

Laura Kurzer

Videostreaming für mobile Endgeräte
mit Schwerpunkt auf iOS

Bachelorarbeit

Hochschule Mittweida

University of Applied Sciences

Informatik

Mittweida, 2011

Bibliographische Beschreibung

Kurzer, Laura:

Videostreaming für mobile Endgeräte mit Schwerpunkt auf iOS. - 2011. - 83 S.
Mittweida, Hochschule Mittweida, Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften &
Informatik, Bachelorarbeit, 2011

Referat

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, eine Applikation zu entwickeln, über welche Videos auf mobile Endgeräte gestreamt werden können. Bei der Programmierung werden Smartphones und Tablet-Computer betrachtet. Darüber hinaus wird das Hauptaugenmerk auf die Geräte gelegt, welche mit dem mobilen Betriebssystem iOS von Apple ausgestattet sind. Die Anwendung soll für verschiedene Unternehmen zur Verfügung stehen, wobei jedem Unternehmen Videos seiner Veranstaltungen zugeordnet werden.

Die Umsetzung der Arbeit erfordert einen Einblick in den technischen Stand der Mobilgeräte sowie in die Voraussetzungen für Streaming Media.

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to develop an application for getting videos streamed to a mobile device. The smartphones and tablet-computer which are focused on, are considered to use Apple's mobile operating system iOS. The application has to be available for different companies whereas each company receive their specific content and videos.

For realization an insight into both the development of mobile devices and the requirements for streaming media must be given.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Analyse der Aufgabenstellung.....	5
2.1	Funktionale Anforderungen.....	7
2.1.1	Anforderungen an die mobile Umgebung.....	7
2.1.2	Anforderungen an die Anwendungsfunktionen.....	8
2.2	Nichtfunktionale Anforderungen.....	9
2.2.1	Funktionalität.....	11
2.2.2	Zuverlässigkeit.....	11
2.2.3	Benutzbarkeit.....	11
2.2.4	Effizienz.....	12
2.2.5	Wartbarkeit.....	12
2.2.6	Portabilität.....	12
2.3	Zielgruppen dieser Arbeit.....	13
3	Hintergrundwissen für die Umsetzung.....	14
3.1	Smartphones.....	14
3.1.1	iOS.....	16
3.1.2	Android.....	19
3.1.3	Windows Phone.....	22
3.1.4	Symbian OS.....	23
3.1.5	RIM BlackBerry OS.....	24
3.1.6	Weitere Betriebssysteme für Smartphones.....	24
3.2	Das Mobile Internet.....	25
3.2.1	Begriffsdefinition.....	25
3.2.2	Mobilfunkstandards.....	27
3.3	Media Streaming.....	29
3.3.1	Die Relevanz der Videokommunikation.....	29
3.3.2	Die Geschichte des Media Streamings.....	30
3.3.3	Technologien der Videoübertragung.....	30
3.3.4	Dateiformate und Codecs.....	31
3.3.5	Streaming-Protokolle.....	34
3.3.6	Der Wowza Media Server.....	36
4	Lösungsansätze.....	38
4.1	Geeignete Technologien für die Implementierung.....	38
4.1.1	Flash-Applikationen.....	38
4.1.2	Web-Apps und native Anwendungen mit HTML5 / PhoneGap.....	41
4.1.3	Objective-C, Java Android, Silverlight/C#.....	45
4.1.4	Fazit.....	47
4.2	Der Media Streaming Server.....	48

5	Entwurf und Implementierung.....	49
5.1	Datenkommunikation.....	49
5.2	Workflow.....	51
5.3	Interface Design.....	52
5.4	Datenbankschema.....	55
5.5	Klassenkonzept.....	56
5.6	Umsetzung der Anforderungen.....	58
5.7	Das Ergebnis aus Sicht der Anwender.....	61
6	Zusammenfassung und Fazit.....	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung der Anforderungen an die mobile Umgebung.....	8
Tabelle 2: Zusammenfassung der Anforderungen an die Anwendungsfunktionen.....	9
Tabelle 3: Spezifizierung der nichtfunktionalen Anforderungen.....	10
Tabelle 4: Weltweite Verteilung des Verkaufs von Smartphones an Endkunden in Abhängigkeit des Betriebssystems (Einheit in Tausend) (Quelle: [GAR11]).....	16
Tabelle 5: Wichtige Audioformate.....	32
Tabelle 6: Wichtige Videoformate und -codecs.....	33
Tabelle 7: Unterstützung von Audio- und Videoformaten mobiler Browser ab genannter Version.....	34
Tabelle 8: Unterstützung von Flash auf mobilen Endgeräten.....	40
Tabelle 9: Unterstützung ausgewählter mobiler Browser mit dem HTML5 Audio/Video-Tag und einiger CSS 3 Funktionen.....	45

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozentzahl der Internetanwender, die auch täglich mobil online sind (Quelle: [HUE11] S. 85).....	5
Abbildung 2: Ablauf zur Bereitstellung der Unternehmensvideos (Quelle: [NC311]).....	6
Abbildung 3: Das iOS Logo (Quelle: [IOL11]).....	16
Abbildung 4: Der Android Robot (Quelle: [ANL11]).....	19
Abbildung 5: Windows Phone Schriftzug (Quelle: [WPL11]).....	23
Abbildung 6: Prozentzahl der Internetanwender, die auch täglich das Mobile Internet nutzen (Quelle: [HUE11] S. 85).....	26
Abbildung 7: Eine einfache Konfiguration des HTTP Streamings (Quelle: [ATS11])	35
Abbildung 8: H.264/ACC Streaming mit einmaligem Encodieren über Wowza Media Server 2 (Quelle: [WOW09], S. 6).....	37
Abbildung 9: Aufbau der Serverumgebung.....	49
Abbildung 10: Skizze zum Workflow für die Applikation.....	51
Abbildung 11: Anzeige für die Liste aller Events eines Unternehmens.....	53
Abbildung 12: Informationsbildschirm eines ausgewählten Events.....	53
Abbildung 13: Benutzeroberfläche zur Wiedergabe des Veranstaltungsvideos inklusive der	

Präsentationsfolien.....	54
Abbildung 14: Oberfläche für Wiedergabe des Audiomitschnitts und Anzeige der Folien sowie Auswahlfeld der einzelnen Zeitsprünge.....	54
Abbildung 15: Die Datenbanktabellen und deren Beziehungen.....	55
Abbildung 16: Klassen nach dem Model-View-Controller-Prinzip.....	57

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface, Programmierschnittstelle
App	Abkürzung für Applikation, Anwendungsprogramm; meist im Zusammenhang mit Smartphones und Tablet- Computern
Cross-Plattform-Anwendung	plattformunabhängige Anwendung
DRAM	dynamic random access memory
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
Frameworks	Programmiergerüst, zum Vereinfachen einer speziellen Aufgabe in der Softwareentwicklung
Gadget	technische Spielerei
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface, grafische Benutzeroberfläche
HD	High Definition, hochauflösend
HSPA	High Speed Packet Access
HSDPA	High Speed Download Packet Access
HSUPA	High Speed Upload Packet Acces
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transport Protocol
IDE	Integrated Development Environment, integrierte Entwicklungsumgebung
iOS	iPhone OS – Betriebssystem für die mobilen Geräte von Apple. iPhone, iPad und iPod Touch
IPTV	Internet Protocol Television
Library	Programmierbibliothek

LTE	Long Term Evolution
Nativ	ist eine Anwendung nativ, ist sie speziell für ein Betriebssystem bzw. eine Umgebung entwickelt worden
On-Demand	immer abrufbar, in Verbindung mit Videos
OpenGL ES	Open Graphics Library for Embedded Systems
Open Source	quelloffen, der Quelltext einer Open Source Software ist offen für alle zugänglich
OS	Operating System, Betriebssystem
PDA	Personal Digital Assistant
PHP	Hypertext Preprocessor
PlugIn	Erweiterungsmodul für eine bestehende Software
RTP	Real-Time Transport Protokoll
RTMP	Real-Time Messaging Protokoll
RTSP	Real-Time Transport Streaming Protokoll
Silverlight	Von Microsoft entwickelte Browsererweiterung zum Einbinden von Rich Internet Applications
SDK	Software Development Kit, Werkzeuge und Hilfsmittel, um eine Anwendung zu entwickeln
Streaming	Datenübertragung mit der Besonderheit, dass das Bildmaterial gleich nach Download-Beginn gestartet werden kann
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
WLAN	Wireless Local Area Network
WML	Wireless Markup Language
Workflow	Arbeitsablauf

Hinweise

Wenn auf den nachfolgenden Seiten von dem iPhone gesprochen wird, sind auch meistens das iPad sowie der iPod Touch mit einbezogen. Des Weiteren ist oft die Rede von der Applikation, wobei damit die Gesamtheit aller in dieser Arbeit entstehenden Applikationen gemeint sind. Im Prinzip handelt es sich um eine Anwendung, welche aber für jedes mobile Betriebssystem als eigene Applikation kompiliert werden muss.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei denjenigen bedanken, die mich während der Entstehung dieser Arbeit unterstützt haben. Mein Dank geht dabei an meinen Betreuer von Seiten der Hochschule, Professor Dr. Mario Geißler, welcher mich mit Hinweisen und Anregungen voranbrachte. Weiterhin danke ich Marc Ilgner für seine Unterstützung und die Bereitstellung von wichtigen Hilfsmitteln. Auch für das angenehme Arbeitsklima und die freundliche Eingliederung in das Team der NC3 GmbH möchte ich mich bedanken. Zugleich gilt meinem Freund, Marc Bellmann, besonderer Dank für seine Mühe und aufopfernde Unterstützung bei Korrekturen und Hilfestellungen sowie für die Motivationsschübe.

Auch meine Eltern gaben mir durch ihr Interesse an meiner Arbeit immer wieder Ansporn.

1 **Einleitung**

In dieser Bachelorarbeit soll die Umsetzung der Videoübertragung von Unternehmensveranstaltungen, wie Konferenzen und Kongresse, auf mobilen Endgeräten thematisiert werden. Besonderer Wert wird dabei auf die mit iOS ausgestatteten Geräte gelegt, zu denen das iPhone, der iPod Touch und das iPad gehören. Existieren neben den Videos zusätzlich Präsentationsfolien der Veranstaltungsredner, sollen auch diese optimal mit in die Benutzeroberfläche der entstehenden Applikation integriert werden.

Die Aufgabenstellung

Es soll eine Applikation entwickelt werden, die das Abspielen eben genannter Videomitschnitte speziell auf dem iPhone, dem iPod Touch sowie über das iPad ermöglicht. Die Wiedergabe dieser Videos soll dabei per Live-Streaming und nach Beendigung der Veranstaltung on demand, also immer auf Abruf, erfolgen. Um eine solche Anwendung zu realisieren, sind verschiedene Eigenschaften im Bezug auf die mobile Umgebung zu analysieren.

Das Unternehmen NC3 GmbH

Das Unternehmen NC3 GmbH spezialisiert sich auf die technische Umsetzungen im Bereich Videokommunikation und kann sich als eines der ersten deutschen Streaming-Unternehmen behaupten. Gegründet hat sich die NC3 GmbH 1998 in Weimar und bietet seitdem die Unterstützung audiovisueller Anwendungen, wie beispielsweise Livestreaming, Hosting, Verwaltung von On-Demand-Videos, die Umsetzung von Mediatheken, sowie weitere Technologien aus diesem Bereich. Zwei Jahre später, also 2000, wechselt die Firma ihren Sitz und ist seitdem in Leipzig ansässig. In den Jahren des Bestehens hat die NC3 GmbH ihr Portfolio um vielfältige technische Lösungen der Unternehmens- und Eventkommunikation erweitern und ausbauen können. Zu den Referenzen der Firma zählen der Kinderkanal (KIKa), die Microsoft Deutschland GmbH, die Deutsche Post AG, Sparkasse Leipzig, die Verbundnetz Gas AG, die Deutsche Telekom und noch viele weitere renommierte Unternehmen.

Die Buchstaben NC stehen für Net Cast, Net Creation, Net Content. Diese drei Bedeutungen erklären auch die Zahl im Firmennamen.

Zu den Produkten von der NC3 GmbH zählen diverse Anwendungen, die in der Reihe IPTV Xpress zusammengefasst sind. Dazu gehört auch der IPTV-Xpress Livepresenter, eine Webanwendung zur Darstellung von Live- und On-Demand-Streams auf Desktop-Betriebssystem.

(Vgl. [KUR11] S. 2)

Ziele dieser Arbeit

Zur Zeit stellt die NC3 GmbH mitgeschnittene Konferenzvideos über den IPTV-Xpress Livepresenter auf gängigen Internetseiten zur Verfügung. Diese können dort von Kunden oder Mitarbeitern abgerufen werden.

Viele Geschäftsleute, aber auch Normalverbraucher greifen bei medialen Anfragen immer öfter auf ihr Mobilgerät zurück. Aus diesem Grund steigt die Wichtigkeit möglichst viele Leistungen auch in Form von Applikationen auf entsprechenden Geräten anzubieten. Dementsprechend gilt es, das Video-Streaming für mobile Endgeräte zu realisieren. Viele technische Voraussetzungen müssen dabei beachtet werden. Insbesondere die eingeschränkte Displaygröße von iPhone und iPod Touch stellen eine Herausforderung dar.

Derzeitiger Stand

Der IPTV-Xpress Livepresenter der NC3 GmbH wird seit jeher für die Bereitstellung der Live-Streams und On-Demand-Videos von Firmenevents genutzt. Somit kann die gewünschte Zielgruppe über eine Internetseite die angebotenen Mitschnitte verfolgen. Die Anwendung wird mittels PHP, HTML und Javascript gesteuert und lässt sich auf jedem Browser wiedergeben, der letzteres unterstützt. Für die Wiedergabe der Streams wird auf Flash oder Microsofts Silverlight zurückgegriffen. Dafür muss der jeweilige Player als PlugIn des Browsers installiert sein, um die multimedialen Inhalte sehen zu können.

Für das Streaming der Videos kommt zur Zeit der Wowza Media Server zum Einsatz, da er die wichtigsten Videoformate unterstützt.

Was gehört nicht zu der Umsetzung dieser Arbeit

Da bereits das Softwaremodul IPTV-Xpress Livepresenter existiert und für das Media-Streaming der Wowza Media Server eingerichtet ist, bedarf es keiner komplett neuen

Programmstruktur. Die Daten, welche der Internetseite des Livepresenters bereitgestellt werden, kommen auch teilweise bei der mobilen Applikation zum Einsatz. Sie müssen lediglich für die mobile Anwendung aufbereitet und in einer angepassten Datenstruktur zusammenfasst werden.

Da der Wowza Media Server bereits für das Streaming verwendet wird, ist es nicht Teil der Arbeit dessen Konfiguration näher zu erläutern. Der Prozess der Videoübertragung ist zwar ausschlaggebend für die Umsetzung der Aufgabenstellung, dennoch sollen keine tiefgründigen Einführungen erfolgen. Ausgenommen davon sind spezielle Problematiken und Voraussetzungen, die den mobilen Bereich betreffen.

Im Laufe dieser Bachelorarbeit wird lediglich ein Prototyp der mobilen Applikation für die Wiedergabe der Unternehmensvideos entstehen. Für die Veranschaulichung der Ergebnisse wird sie mit Beispieldaten gefüllt. Diese Anwendung soll nach Fertigstellung der Bachelorarbeit weiterentwickelt und falls notwendig um neue Funktionen erweitert werden.

Motivation zur Arbeit

Viele Unternehmen setzen ihre Dienste auch als mobile Applikation um. Dies ermöglicht dem Kunden eine hohe Flexibilität, da dieser auch unterwegs auf gewünschte Informationen zugreifen kann. Um diese Möglichkeiten auch den Kunden der NC3 GmbH zu bieten, entstand die Idee, die Wiedergabe der Eventvideos auch für das iPhone, iPad und den iPod Touch zu realisieren. Die Wahl der mobilen Geräte von Apple ergab sich durch dessen Einsatz sowohl innerhalb des Unternehmens als auch bei vielen Kunden der NC3 GmbH.

Aufbau dieser Arbeit

Nach dieser kurzen Einleitung werden im nächsten Kapitel einige analytische Aspekte zur Umsetzung der Arbeit betrachtet. Diese umfassen sowohl die funktionalen, als auch die nichtfunktionalen Anforderungen an dieses Projekt. Durch diese Analyse lässt sich die Aufgabenstellung näher definieren und eingrenzen.

Um die notwendigen Informationen zum Verständnis der Aufgabe zu erhalten, werden im dritten Kapitel drei große Punkte erläutert: Zum einen wird der Begriff des Smartphones definiert, da dieser Gerätetyp der derzeit wichtigste Vertreter mobiler Systeme darstellt. Zusätzlich werden die bekanntesten mobilen Betriebssysteme vorgestellt, zu denen auch

Apples Smartphones mit dem Betriebssystem iOS gehören. Das mobile Internet ist ein weiterer wichtiger Aspekt für die Umsetzung der Bachelorarbeit. Vor allem die Entwicklung der Mobilfunkstandards mit ihren Übertragungsraten werden im zweiten Kapitel beleuchtet. Dem Media Streaming ist der nächste große Abschnitt gewidmet. Dabei werden Themen, wie die Relevanz der Videokommunikation, die Wahl des Streaming Servers sowie die Verwendung der Codecs und Streaming-Protokolle angesprochen. Das vierte Kapitel klärt, welche Technologien zur Umsetzung der mobilen Applikation in Frage kommen. Zu dem tatsächlichen Entwurf und der Implementierung dieser Anwendung werden im fünften Kapitel alle Informationen zusammengefasst. Dabei wird Bezug auf die Anforderungen genommen, welche im zweiten Kapitel aufgestellt worden. Darauf aufbauend wird das fertige Ergebnis aus der Sicht des Anwenders vorgestellt. Im Anschluss gibt es noch eine Zusammenfassung mit Fazit zu dem erreichten Ziel und einen Ausblick auf mögliche Erweiterungen der Applikation.

2 Analyse der Aufgabenstellung

Die Aufgabe dieser Bachelorarbeit besteht darin, eine Applikation zu entwickeln, mit welcher Videos auf mobilen Geräten abgespielt werden können. Es werden solche Geräte betrachtet, die mit dem Betriebssystem iOS laufen. Dazu gehören das iPhone, der iPod Touch und das iPad. Wünschenswert wäre auch die Kompatibilität mit anderen marktführenden mobilen Betriebssystemen, wie Android oder Windows Phone. Mehr dazu im nächsten großen Kapitel.

Bei den abzuspielenden Videos handelt es sich um Pressekonferenzen, Aktionärsversammlungen, Produktpräsentationen, Schulungsvideos und weitere Aufzeichnungen aus dem Bereich der Unternehmenskommunikation. Es existieren zwei wesentliche Status der Veranstaltungsfilme. Während der Übertragung soll die Konferenz live gestreamt und zeitgleich über die Applikation verfolgt werden können. Nach Beendigung der Veranstaltung und dem Schnitt wird das Video als On-Demand-Video zur Verfügung gestellt.

Gerade im Bereich der Unternehmenskommunikation ist es wichtig möglichst viele Personen anzusprechen, seien es die Mitarbeiter, Investoren oder Firmenkunden. Über die Bereitstellung von Videos zu einer Veranstaltung können weit mehr Zuschauer erreicht werden, als durch eine lokal angesiedelte Konferenz mit begrenzter Teilnehmeranzahl. Gerade das Internet hat sich in den letzten Jahren zunehmend zu einem Anlaufpunkt für die Informationsgewinnung entwickelt. Dementsprechend wichtig ist es, die Unternehmenskommunikation darauf auszuweiten. Auch die Nutzung des mobilen Internets spielt seit Apples erstem iPhone im Jahr 2007 eine immer bedeutendere Rolle. In diesem Jahr gehen sogar 58 Prozent der Internetnutzer täglich mit ihren Mobilgeräten online, wie in Abbildung 1 nachzuvollziehen ist.



Abbildung 1: Prozentzahl der Internetanwender, die auch täglich mobil online sind
(Quelle: [HUE11] S. 85)

Somit ist es nur eine Frage der Zeit, dass wichtige Internet-Portale auch für mobile Geräte angeboten werden. Vor allem im Businessbereich ist die mobile Kommunikation ausschlaggebend.

Die NC3 GmbH bietet bisher für die Anzeige der Videos sowie weiterer Informationen der Veranstaltung eine Anwendung im Desktop-Bereich an. Der IPTV-Xpress Livepresenter wird dabei als Webanwendung für die Verwaltung der einzelnen Elemente der Benutzeroberfläche verwendet. Individuelle Einstellungen müssen direkt im Quelltext vorgenommen werden, weshalb diese Anwendung nur sehr eingeschränkt die Vorstellungen der Kunden umsetzen kann. Auch die Anpassung an die kleinen Bildschirme mobiler Endgeräte findet bisher keine Beachtung. Dementsprechend soll eine Anwendung entstehen, welche mehr Freiheiten im Bezug auf das Hinzufügen weiterer Komponenten, neben Videowiedergabe und Folieneinbindung, ermöglicht. Außerdem soll eine Oberfläche entstehen, welche mit dem iPhone anwendungsfreundlich dargestellt und bedient werden kann. Jeder Kunde der NC3 GmbH, sei es die Deutsche Post, Bosch Rexroth oder Ratiopharm, soll in der mobilen Applikation die Mitschnitte seiner Veranstaltungen vorfinden.

In Abbildung 2 wird der vollständige Ablauf, beginnend bei dem Live-Event bis zu der Darstellung des Videos auf dem mobilen Gerät, veranschaulicht. Die Bachelorarbeit befasst sich lediglich mit dem letzten Teil des Prozesses, da dieser von der herkömmlichen Umsetzung abweicht. Auf den nachfolgenden Seiten werden die Anforderungen an diese Aufgaben näher erläutert.

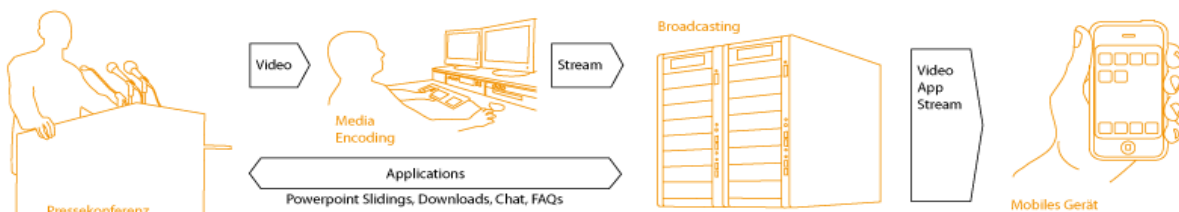


Abbildung 2: Ablauf zur Bereitstellung der Unternehmensvideos (Quelle: [NC311])

2.1 Funktionale Anforderungen

Zu den funktionalen Anforderungen zählen laut Balzert „die Fähigkeiten eines Systems, die ein Anwender erwartet, um mit Hilfe des Systems ein fachliches Problem zu lösen“. ([BAL09], S. 489) Darunter sind die Funktionen zu verstehen, welche der Anwender für das Arbeiten mit der Applikation benötigt. Dazu gehört sowohl die Bedienung der Benutzeroberfläche als auch die Anforderungen an eine mobile Applikation.

2.1.1 Anforderungen an die mobile Umgebung

Im Gegensatz zu Desktop-Umgebungen, ist bei der Entwicklung von Anwendungen für mobile Geräte der wesentlich kleinerer Bildschirm zu beachten. Aus diesem Grund sind die Benutzeroberflächen entsprechend anzupassen und die Schrift beziehungsweise Symbole wiederum angemessen darzustellen. Mit Grafiken und langen Texten sollte sparsam umgegangen werden, da die kleine Oberfläche schnell überfüllt ist und der Anwender wenig Lust auf weites Scrollen hat. Vor allem das horizontale Scrollen sollte unbedingt vermieden werden. ([SPM11] S. 23)

Außerdem ist bei mobilen Anwendungen die Bedienung meist auf einen Touchscreen ausgelegt, weshalb große Schaltflächen verwendet werden müssen. Weiterhin zu beachten ist, dass die Eingabe von Text für den Anwender kompliziert ist und die eingeblendete Standardtastatur einen Großteil des Bildschirms verdeckt. Darüber hinaus soll es dem Anwender ermöglicht werden, schnell sein Ziel zu erreichen. Dafür ist eine leicht ausführbare Navigation zu realisieren und nicht mehr Zwischenanzeigen als nötig in die Applikation zu integrieren. ([SPM11] S. 23)

Für die umzusetzende Applikation ist eine Internetverbindung notwendig. Dabei ist davon auszugehen, dass das Mobilgerät nicht immer mit der besten Übertragungsgeschwindigkeit versorgt wird. Im Bezug darauf muss bei dem Transfer des Videos Rücksicht genommen und entsprechend angepasst werden.

Anforderung (AF)	Beschreibung
AF101	Größe der Anzeigen an geringe Auflösung der Mobilgeräte anpassen
AF102	Wenige Grafiken und kurze Texte für eine bessere Übersicht
AF103	Schaltflächen an Bedienung mit Fingern auslegen
AF104	Texteingaben vermeiden
AF105	Einfache Navigation durch die Applikation
AF106	Anpassung der multimedialen Inhalte an Qualität des Internet

Tabelle 1: Zusammenfassung der Anforderungen an die mobile Umgebung

2.1.2 Anforderungen an die Anwendungsfunktionen

Die Benutzeroberfläche der zu implementierenden Anwendung muss verschiedene Informationen zur Verfügung stellen. Dazu gehört unter anderem die Auswahl einzelner Events, die einem Unternehmen zugeordnet sind. Außerdem müssen zu einem solchen Event verschiedene Zusatzinformationen angezeigt werden. Dazu zählen der Veranstaltungsort, das Datum und die Uhrzeit. Optional kann auch eine Beschreibung hinzugefügt werden. Hauptfunktion der Anwendung ist die Wiedergabe der Event-Videos beziehungsweise der Audiodateien. Jedem Event wird mindestens einer dieser multimedialen Inhalte zugeordnet. Zusätzlich kann ein Menü für die Auswahl von Kapitelsprüngen definiert werden. Bei Klick auf eine solche Markierung soll das Video an entsprechender Stelle fortsetzen. Weiterhin können Präsentationsfolien eingebunden werden, welche sich dem Video entsprechend aktualisieren. Diese Elemente bilden die gesamte Oberfläche der mobilen Anwendung. Abhängig von Auftrag, Kunde und Veranstaltung können diese Anzeigen variieren.

Der Player zum Abspielen der Videos soll folgende Funktionen beinhalten: Neben dem Starten und Pausieren sollen bei On-Demand-Videos auch das Vor- und Zurückspringen innerhalb der Gesamtspielzeit möglich sein. Dafür wird eine Zeitleiste und ein mittels Drag and Drop bewegbarer Navigationsknopf zur Verfügung stehen. Darüber hinaus sollen bei On-Demand-Videos die Gesamtspielzeit beziehungsweise die aktuellen Spielzeit angezeigt werden. Bei Live-Streams ist die Gesamtlänge unbekannt, weshalb diese nicht angezeigt werden kann. Auch das Bewegen des Navigationsknopfes auf dem Fortschrittsbalken ist nicht möglich.

Zusammenfassend sind alle Funktionen der Applikation für den Anwender in Tabelle 2 aufgelistet.

Anforderung (AF)	Bedeutung
Anforderungen an die Anzeigen	
AF201	Anzeige aller Events eines Unternehmens
AF202	Informationsanzeige zu einem Event mit Ort, Datum, Uhrzeit und eventueller Beschreibung
AF203	Anzeige des Videos/der Audiodatei
AF204	Auswahl von Markierungen, um an bestimmte Stellen des Videos oder der Tonspur zu springen
AF205	Präsentationsfolien zu den Events sollen neben den Videos/Audiodateien mitlaufen
AF206	Inhalte der Applikation sind an Unternehmen angepasst
Anforderungen an den Player	
AF207	Das Video/die Tonspur soll gestartet werden können
AF208	Das Video/die Tonspur soll angehalten werden können
AF209	Bei einem On-Demand-Video/einer On-Demand-Audiodatei soll es möglich sein, über die Zeitleiste zu verschiedenen Stellen des Videos/Audiomitschnittes zu springen
AF210	Anzeige der aktuellen Spielzeit beziehungsweise der Gesamtlänge des On-Demand-Videos/Audiomitschnittes

Tabelle 2: Zusammenfassung der Anforderungen an die Anwendungsfunktionen

2.2 Nichtfunktionale Anforderungen

Aus den funktionalen Anforderungen ergeben sich die nichtfunktionalen, welche in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst und ihrer Relevanz entsprechend eingestuft werden.

Die nichtfunktionalen Anforderungen beschreiben „grundlegende Eigenschaften eines Systems, die im Architekturentwurf berücksichtigt werden müssen“ ([BAL09] S. 489). Diese Eigenschaften untergliedern sich in Funktionalität, Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit, Effizienz, Wartbarkeit und Portabilität der Anwendung. In Tabelle 3 werden alle wichtigen Qualitätsanforderungen und deren Unterpunkte auf ihre Wichtigkeit für die Anwendung geprüft und eingeordnet.

Systemqualität	Sehr gut	Gut	Normal	Irrelevant
Funktionalität				
Angemessenheit			X	
Genauigkeit			X	
Interoperabilität		X		
Sicherheit			X	
Konformität der Funktionalität			X	
Zuverlässigkeit				
Reife			X	
Fehlertoleranz			X	
Wiederherstellbarkeit				X
Konformität der Zuverlässigkeit			X	
Benutzbarkeit				
Verständlichkeit		X		
Erlernbarkeit	X			
Bedienbarkeit	X			
Attraktivität		X		
Konformität der Benutzbarkeit		X		
Effizienz				
Zeitverhalten			X	
Verbrauchsverhalten		X		
Konformität der Effizienz			X	
Wartbarkeit				
Analysierbarkeit			X	
Änderbarkeit		X		
Stabilität			X	
Testbarkeit			X	
Konformität der Wartbarkeit			X	
Portabilität				
Anpassbarkeit	X			
Installierbarkeit		X		
Koexistenz		X		
Austauschbarkeit				X
Konformität der Portabilität			X	

Tabelle 3: Spezifizierung der nichtfunktionalen Anforderungen

2.2.1 Funktionalität

Bei der Funktionalität, welche die „Fähigkeit des Softwareprodukts“ ausmacht, „Funktionen bereitzustellen, damit die Software unter den spezifizierten Bedingungen die festgelegten Bedürfnisse erfüllt“, ([BAL09] S. 468) ist die Interoperabilität von größter Bedeutung. Die Interoperabilität beschreibt laut Balzert die „Fähigkeit des Softwareprodukts, mit einem oder mehreren vorgegebenen Systemen zusammenzuwirken“. ([BAL09] S. 468) Da die zu entwickelnde Software auf dem Betriebssystem iOS laufen muss und auch die Unterstützung anderer mobiler Betriebssysteme angestrebt wird, ist diese Qualitätsanforderung als wichtig eingestuft. Die anderen Aspekte der Funktionalität sind als normal zu betrachten und nicht sonderlich ausschlaggebend.

2.2.2 Zuverlässigkeit

Als Zuverlässigkeit wird die „Fähigkeit des Softwareprodukts“ betrachtet, „ein spezifiziertes Leistungsniveau zu bewahren, wenn es unter festen Bedingungen genutzt wird“ ([BAL09] S. 468). Diese Systemqualität spielt keine herausragende Rolle für diese Applikation.

2.2.3 Benutzbarkeit

Die wichtigsten Qualitätsmerkmale liegen in der Benutzbarkeit der Applikation. Die „Fähigkeit des Softwareprodukts vom Benutzer verstanden und benutzt zu werden“ und die Anwendung „für den Benutzer erlernbar und attraktiv“ ([BAL09] S. 469) zu gestalten, ist von großer Bedeutung. Besonders die Bedienbarkeit, welche als Fähigkeit beschrieben wird „den Benutzer zu befähigen, die Anwendung zu bedienen und zu steuern“ ([BAL09] S. 469), macht die Qualität einer mobilen Applikation aus. Der Anwender muss in der Lage sein, die Benutzeroberfläche sofort zu begreifen und die Elemente darin zu bedienen. Für das Erreichen eines intuitiven Verständnisses dieser Anwendung wird auch auf die Erlernbarkeit großen Wert gelegt. Diese, wie der Name schon sagt, befähigt den Nutzer, „die Anwendung zu erlernen“ ([BAL09] S. 469). Auch auf die Attraktivität, also die Oberflächengestaltung, soll im Bezug auf das Firmendesign inklusive Standardfarbe Rücksicht genommen werden.

2.2.4 Effizienz

Bei der Effizienz, also „der Fähigkeit des Softwareprodukts, ein angemessenes Leistungsniveau bezogen auf die eingesetzten Ressourcen unter festgelegten Bedingungen“ ([BAL09] S. 469) zu gewährleisten, wird das Verbrauchsverhalten als „gute“ Systemqualität eingestuft. Diese Eigenschaft steht für die Nutzung einer „angemessenen Anzahl und angemessener Typen von Ressourcen“ bei Ausführung der Funktionen „unter festgelegten Bedingungen“ ([BAL09] S. 469). Diese Fähigkeit soll dafür sorgen, dass festgestellt werden kann, mit welcher Bandbreite der Anwender die Video-Streams empfängt. Davon abhängig soll die Qualität des Videos beeinflusst werden, um das Verbrauchsverhalten des Traffics zu minimieren.

2.2.5 Wartbarkeit

Wenn ein Softwareprodukt wartbar ist, dann besitzt es die Eigenschaft „änderungsfähig zu sein“ ([BAL09] S. 470). Diese „Änderungen können Korrekturen, Verbesserungen oder Anpassungen der Software an Änderungen der Umgebung, der Anforderungen und der funktionalen Spezifikation einschließen“ ([BAL09] S. 470). Als einzige wirklich relevante Qualitätsanforderung für die zu implementierende Anwendung wird die Änderbarkeit betrachtet. Diese bezieht sich besonders auf die einfache Erweiterung der Software um zusätzliche Funktionen. Neben den bisher genannten funktionalen Anforderungen, wie dem Hinzufügen von Kapitelsprüngen im Video oder der Anzeige von Präsentationsfolien, sollen einfach neue hinzugefügt werden können. Auch Anpassungen von Texten oder Statusänderungen sind unkompliziert umzusetzen.

2.2.6 Portabilität

Die Portabilität bezieht sich auf die „Fähigkeit des Softwareprodukts, von einer Umgebung in eine andere übertragen zu werden. Umgebung kann organisatorische Umgebung, Hardware- oder Software-Umgebung einschließen“ ([BAL09] S. 470). Die Anpassbarkeit wird dabei als sehr wichtige Eigenschaft eingestuft. Das bedeutet, dass das Softwareprodukt „die Software an verschiedene festgelegte Umgebungen anpassen“ kann, „wobei nur Aktionen oder Mittel eingesetzt werden, die für diesen Zweck für die betrachtete Software vorgesehen ist“ ([BAL09] S. 470). Dies wird dadurch gewährleistet, dass die Applikation auf jedes

Unternehmen zugeschnitten ist und nur zugeordnete Informationen zur Verfügung stellt.

Die Installierbarkeit gibt an, wie wichtig es ist, die Software „in einer festgelegten Umgebung zu installieren“ ([BAL09] S. 470). Die Applikation muss auf dem jeweiligen Mobilgerät installiert werden, damit sie dem Anwender zur Verfügung steht. Da für die Anwendung ein großes Icon auf der Startseite des Gerätes angelegt wird, ist sie leicht wiederzufinden, immer schnell erreichbar und gerät nicht in Vergessenheit. Letztes erzielt natürlich auch in Hinsicht auf das Marketing einen positiven Effekt.

Auch die Koexistenz, welche die Fähigkeit des Softwareprodukts definiert, „mit anderen unabhängigen Softwareprodukten in einer gemeinsamen Umgebung gemeinsame Ressourcen zu teilen“ ([BAL09] S. 470), ist bedingt wichtig. Die wenigen Ressourcen, über die ein Mobilgerät verfügt, werden oft von mehreren Anwendungen genutzt. So zum Beispiel der Prozessor bei gleichzeitig laufenden Applikationen.

2.3 Zielgruppen dieser Arbeit

Die Kunden der NC3 GmbH, welche die Software IPTV-Xpress Livepresenter in Anspruch nehmen, kommen ausschließlich aus dem geschäftlichen Bereich. Die Betrachter der Konferenzvideos sind allerdings abhängig von der Intention des Auftraggebers. Zum einen wird die Bereitstellung des Videomaterials im Internet dafür genutzt, um nicht anwesenden Mitarbeitern Informationen zeitnah zur Verfügung zu stellen. Auch die audiovisuelle Kommunikation mit Firmenkunden ist heutzutage sehr wichtig für Unternehmen, besonders im Bereich des Marketings und Verkaufs. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Schulung von Firmenpartnern und Angestellten, wobei durch den Einsatz von Onlinevideos eine weit größere Zuschauerzahlen erreicht wird, als nur durch die begrenzten Besucherplätze des Events vor Ort. Somit können sowohl firmeninterne als auch außenstehende Personen zu den Zielgruppe gezählt werden. Letztere sind als potentielle Neukunden zu betrachten.

3 *Hintergrundwissen für die Umsetzung*

Bisher ist immer von mobilen Geräten die Rede gewesen ohne sie näher zu definieren. Zu diesen gehören sowohl die modernen Smartphones und Tablet-Computer, aber auch NetBooks, Handhelds und andere portable Geräte, die schon länger auf dem Markt sind. Für die Bachelorarbeit relevant sind lediglich Smartphones und Tablet-Computer. Aus diesem Grund wird der nachfolgende Abschnitt speziell den Smartphones gewidmet. Die Tablet-Computer decken sich größtenteils mit dem Funktionsumfang der kleineren Vertreter und erfordern somit kein eigenständiges Kapitel.

Die Hauptfunktion der Anwendung soll das Video-Streaming sein. Die notwendigen Informationen dafür sind im dritten großen Abschnitt dieses Kapitels zu finden. Für die Videoübertragung ist eine Internetverbindung erforderlich, welche der Mobilität des Anwenders gerecht werden muss. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards und die Besonderheiten des mobilen Internets werden im Anschluss an das Smartphone-Kapitel thematisiert.

3.1 Smartphones

Ein Smartphone unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von einem herkömmlichen Mobiltelefon. Grundlegende Aufgaben, wie das Telefonieren und das Verschieken von Sofortnachrichten bilden bei diesen Geräten nur noch einen kleinen Teil des Funktionsspektrums. Mittlerweile möchte ein Anwender auch in anderer Hinsicht mobil erreichbar sein. So zum Beispiel gehört ein Organizer, das Abrufen von E-Mails, der Zugriff auf soziale Netzwerke oder die Wiedergabe der gängigen Medienformate zur Grundausstattung der Smartphones. Auch eine Digitalkamera darf bei diesen modernen Geräten nicht mehr fehlen. Die Funktionalitäten erinnern mehr an einen kleinen Computer, als an ein einfaches Mobiltelefon. Solche Mini-Computer hat es schon vor der Zeit des Smartphones gegeben: Die Personal Digital Assistants, kurz PDA's, ermöglichen seinem Nutzer die sonst von einem PC gewohnten Aufgaben auch von unterwegs aus zu erledigen. Nicht unbedingt Pflicht aber inzwischen eine der beliebtesten Gadgets dieser kleinen elektronischen Begleiter ist der Touchscreen, was eine Umfrage des Meinungsforschungsinstituts Innofact im Auftrag von The Phone House 2010 ergeben hat. ([MDA10] S.12)

Eine weitere Komponente dieser neuen Generation des Mobiltelefons bilden die vielen Applikationen, die sich ein Nutzer in entsprechenden Online-Shops herunterladen und so sein Gerät individuell ausstatten kann. Diese Applikationen sind Anwendungen, welche in allen vorstellbaren Kategorien vertreten sind. Nicht nur Spiele oder multimediale Anwendungen existieren im App-Store. Auch Text- und Bildbearbeitungen sowie Terminplanungen können dank vieler entsprechender Programme mittels Smartphone erledigt werden. Abhängig der Verbreitung eines Herstellers solcher mobilen Geräte und dem darauf installierten Betriebssystem steigt die Anzahl solcher Applikationen. Entwickler können durch die offenen API's (Application Programming Interface) auch eigene Programme für ihre Smartphones entwickeln.

Zwar steigt der Trend, die Geräte immer handlicher und portabler zu gestalten, doch auch die Entwicklung der Tablet-Computer ist gefragter denn je. Zwar ist die Idee eines tragbaren, mit Stift oder Finger bedienbaren Computers nicht die allerneueste, doch mit Anfangsmodellen von Microsoft und letztendlich dem im Jahr 2010 erschienene iPad von Apple ist auch dieser Markt kaum mehr zu bremsen. Diese Geräte besitzen meist das gleiche Funktionsrepertoire, wie die Smartphones, abgesehen von der Möglichkeit des Telefonierens. Es laufen die gleichen Betriebssysteme auf den Tablet-Computer, nur dass diese der im Durchschnitt 10 Zoll großen Bildschirme angepasst sind.

Für die Umsetzung der Bachelorarbeit sind sowohl die Smartphones, als auch die Tablet-Computer relevant, allerdings werden bei den Ausführungen und Umsetzungen der Aufgabenstellungen erstere Kategorie bevorzugt betrachtet.

Viele verschiedene Betriebssystemhersteller beherrschen den Markt der mobilen Geräte. Während Apples iOS seit Beginn einer der gefragtesten Vertreter ist, steigt nun auch die Beliebtheit von Googles Android und hat iOS mittlerweile sogar überholt. Mit dem Windows-Phone 7 Betriebssystem wächst auch Microsofts Anhängerschaft. Ein anderes nennenswertes System für Smartphones ist die Symbian-Plattform, welche aber nach anfänglich größtem Marktanteil immer mehr an Bedeutung verliert. Andere mobile Plattformen wie Blackberrys RIM OS oder Palm OS sind vergleichsweise wenig vertreten. Nachfolgende Tabelle ist ein Auszug einer Gartner Studie, welche die Verbreitung der jeweiligen mobilen Betriebssysteme weltweit veranschaulicht. Weiterhin wird eine Prognose für deren Entwicklung im folgenden Jahr aufgestellt.

Betriebssystem	2010	2011	2012
Apple iOS	46.598	90.560	118.848
Marktanteil in %	15,7	19,4	18,9
Android	67.225	179.873	310.088
Marktanteil in %	22,7	38,5	49,2
Windows Phone	12.378	26.346	68.156
Marktanteil in %	4,2	5,6	10,8
Symbian-Plattform	111.577	89.930	32.666
Marktanteil in %	37,6	19,2	5,2
RIM BlackBerry OS	47.452	62.600	79.335
Marktanteil in %	16,0	13,4	12,6
Andere Betriebssysteme	11.417	18.392	21.384
Marktanteil in %	3,8	3,9	3,4
Verkaufte Smartphones insgesamt	296.647	467.701	630.476

Tabelle 4: Weltweite Verteilung des Verkaufs von Smartphones an Endkunden in Abhängigkeit des Betriebssystems (Einheit in Tausend) (Quelle: [GAR11])

Aus den Informationen der Tabelle 4 wird ersichtlich, dass die Umsetzung der geplanten Applikationen für mehrere Betriebssystem sinnvoll ist. Somit wird es zum Ziel der Bachelorarbeit neben iOS noch weitere mobile Betriebssysteme mit einzubeziehen.

3.1.1 iOS

Noch vor dem ersten gängigen iPhone entwickelt Apple in Zusammenarbeit mit Motorola das iTunes Phone ROKR E1. Dieses Smartphone ist im Jahr 2005 mit einer eher spärlichen Auswahl an Zusatzfunktionen erschienen. So kann der Nutzer lediglich Musik mittels integrierter iTunes-Playlist

wiedergeben und Datenübertragungen über Bluetooth vornehmen. Außerdem ist dieses Gerät mit einer 0,3 Megapixel Kamera ausgestattet. Im Großen und Ganzen sorgt diese Entwicklung aber für wenig Erfolg. Vor allem auch deshalb, weil die iTunes-Benutzeroberfläche stark an die des zu der Zeit angebotenen iPod's erinnert und demzufolge auch keine voranbringende Neuerfindung darstellt. (Vlg. [MOT05], [STA08])



Abbildung 3: Das iOS Logo (Quelle: [IOL11])

Knapp 2 Jahre später, im Juni 2007, kommt das erste iPhone auf den Markt. Schon ein viertel Jahr nach Veröffentlichung der ersten Generation kann Apple einen Erfolg von 1,1 Millionen verkauften Exemplaren verbuchen. Bedienen lässt sich das Gerät über einen Touchscreen. Da für manche Befehle auch mit zwei Fingern gearbeitet werden muss, spricht man von einer Multi-Touch-Bedienung. Durch diverse Sensoren wird auch das Ausrichtungsverhalten dieses Gerätes erkannt, um das Bild auf dem Display entsprechend der Neigung um 90 Grad zu drehen. Die Datenübertragung erfolgt, anders als bei den späteren Modellen, über EDGE. EDGE steht für Enhanced Data Rates for GSM Evolution (dt.: verbesserte Datenübertragungsrate zur Aufwertung der GSM-Netze) und ist der Vorgänger von UMTS. Außerdem kann das iPhone erster Generation mit WLAN eine Netzwerkverbindung herstellen. Mittlerweile ein Muss bei moderneren Mobiltelefonen ist eine eingebaute Kamerafunktion, welche auch bei diesem Gerät dabei ist. Bei deren Auflösung kann dieses iPhone allerdings nicht mit der Konkurrenz mithalten. Zu den unterstützten Audioformaten gehörten AAC, MP3, AIFF und WAV. Videos mit der Kodierung H.264 und dem entsprechenden Dateiformat MP4 können abgespielt werden. Der Bildschirm lässt eine maximale Auflösung der Videos von 480 x 320 Pixel zu. Das Time Magazine kürt dieses Gerät zur „Besten Erfindung des Jahres 2007“. (Vgl. [GRO07], [TEL11], [KUN10])

Die zweite Generation des iPhones lässt nicht lange auf sich warten. Am 11. Juli 2008 erscheint das iPhone 3G. Neben dem Mobilfunkstandard EDGE unterstützt diese Generation auch UMTS. Auch GPS gehört seitdem zur Standardausstattung. Wie die erste Generation, arbeitet auch die zweite mit einem 412-MHz-ARM-Prozessor und einem Arbeitsspeicher von 128 MB DRAM. Dieses iPhone wird erstmals auch in weißer Hülle angeboten. Ansonsten ändert sich technisch nicht viel zum Vorgänger. (Vgl. [FRI09])

Wieder ein Jahr später, im Juni 2009, stellt Apple das iPhone 3GS vor. Laut des angefügten Buchstabens „S“, welches für „Speed“ stehen soll, kann eine höhere Geschwindigkeit sowohl bei der Internetverbindung, als auch bei der Bearbeitung diverser Anwendungen genutzt werden. Nun kann eine Downloadgeschwindigkeit von bis zu 7,2 Mbit/s statt der bisherigen 2 Mbit/s hergestellt werden. Auch die 3D-Grafik wird dank des OpenGL ES 2.0 Standards verbessert. Ausgestattet ist das iPhone nun mit einem 600 MHz getakteten ARM Cortex A8 Prozessor und 256 MB Arbeitsspeicher. Eine weitere Verbesserung erfährt die Digitalkamera, weshalb jetzt mit 3 Megapixel fotografiert werden kann und Videos mit 30 Bildern pro Sekunde entstehen. Die Auflösung des Bildschirms bleibt weiterhin gleich. (Vgl. [IP311])

2010 erweitert die vierte Generation des iPhones den Markt. Eine unerwartet große Nachfrage führt zu einer Verzögerung deren Auslieferung. Eine wesentliche Neuerung ist die Verbesserung des Bildschirms mit einer Auflösung von 980 x 640 Pixel und eine doppelt so hohe Punktedichte von 326 ppi. Die Datenübertragung erfolgt bei dem iPhone 4 nun am schnellsten über HSDPA mit einer Datenrate bis 7,2Mbps für den Download und maximale 5,7 Mbps für den Datenupload. Mit der Kamera lassen sich nun Bilder mit 5 Megapixel erstellen und HD-Videos aufzeichnen. Der Prozessor stammt dieses Mal aus dem Hause Apple und wird von Samsung hergestellt. Es handelt sich um den Apple A4, welcher durch die Vereinigung wichtigster Systemfunktionen zu den System-on-a-Chip-Architekturen zählt.

Kurz vor dem vierten iPhone erscheint das erste iPad, ein Tablet-Computer aus dem Hause Apples. Dieses Gerät liefert einen 1024 x 768 Pixel auflösenden Bildschirm und eine ähnliche Ausstattung, die auch das aktuelle iPhone mitbringt, ausgenommen der Telefoniefunktion. Eine Internetverbindung lässt sich mit Wi-Fi und unterwegs über UMTS mit den 3G Mobilfunknetzen herstellen. Die zweite Generation des iPads wird Mitte 2011 veröffentlicht und bietet doppelten Arbeitsspeicher, einen Zweikernprozessor sowie einer integrierten Kamera. Auch bei diesem Gerät sind sowohl Wi-Fi- als auch UMTS-Verbindungen möglich. Anders ist es hingegen bei dem iPod Touch, der bisher nur mit Wi-Fi auskommen muss. (Vgl. [IP410])

Anfang Oktober 2011 stellt Apple das iPhone 4S vor, dessen grundlegenden Neuerungen der A5-Prozessor und die Sprachsteuerung bilden. (Vgl. [KRE11])

Seit der ersten Generation läuft das iPhone mit entsprechendem Betriebssystem iPhone OS, kurz iOS. Dieses Betriebssystem bildet den Übergang zur Hardware der Geräte und ermöglicht dem Entwickler mittels diverser Programmierschnittstellen die Umsetzung der gewohnten intuitiven Bedienbarkeit in ihren Applikationen. Über diese Schnittstellen lassen sich so beispielsweise die integrierte Kamera oder mitgelieferte Systemanwendungen, wie das Adressbuch, in die Anwendung leicht einbeziehen ohne zu hardwarenah programmieren zu müssen. Einen Überblick zu den mitgelieferten Interfaces sind entweder auf der Internetseite des iPhone Development Centers¹ zu finden oder entsprechend der iOS Reference Library aus der Entwicklungsumgebung Xcode zu entnehmen. Das Betriebssystem iOS ist in verschiedene Schichten unterteilt, welche die Abstraktionsebenen der Schnittstellen darstellen. Je näher eine Schnittstelle von der jeweiligen Hardware entfernt ist, desto höher ist

die Abstraktionstiefe. (Vgl. [STA09])

Kurz vor Fertigstellung der Bachelorarbeit erscheint die Version 5 des Betriebssystems und löst damit iOS 4 ab. (Stand: Oktober 2011) (Vgl. [KRE11])

Programmiert wird eine Applikation für iOS in der Sprache Objective-C. Als Entwicklungsumgebung stellt Apple Xcode zur Verfügung, welches kostenlos von deren Developer-Seite heruntergeladen werden kann².

Mittlerweile gehört iOS zwar nicht mehr zu dem verbreitetsten mobilen Betriebssystemen, aber es wird laut Prognose zu der Gartner Studie sogar einen langanhaltenden zweiten Platz der weltweit größten mobilen Plattformen belegen. (Vgl. [GAR11])

Während iOS nur auf Geräten von Apple zu finden ist, werden die nachfolgenden Betriebssysteme von verschiedenen Smartphone-Herstellern vertrieben.

¹ http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/Xcode/Conceptual/iphone_development/000-Introduction/introduction.html

² <https://developer.apple.com/devcenter/ios/index.action#downloads>

3.1.2 Android

Android ist nicht nur ein Betriebssystem für mobile Geräte, sondern umfasst auch die dafür benötigte Software. So liefert es gleichzeitig die notwendigen Treiber für das Smartphone sowie Libraries und Frameworks und beinhaltet dazugehörige fertige Anwendungsprogramme. Google stellt für die Entwicklung eigener Applikationen ein Software Development Kit zur Verfügung.

2003 gründet Andy Rubin das Unternehmen Android, um damit unter zunächst strengster Geheimhaltung ein freies Betriebssystem für mobile Geräte zu entwickeln. Zwei Jahre später kauft Google das Unternehmen des ehemaligen Apple-Mitarbeiters auf und stellt das Betriebssystem 2008 als quelloffenes Produkt zur Verfügung. Android läuft unter einer Apache 2.0 Lizenz. Es ist im Gegensatz zu Apples mobiler Plattform iOS nicht nur auf einen Gerätehersteller begrenzt.



Abbildung 4: Der Android Robot (Quelle: [ANL11])

Die bekanntesten Geräte mit Android sind ein Großteil der Smartphones von dem Hersteller HTC, diverse Samsung Geräte und auch die gesamte Xperia Reihe von Sony Ericsson. T-Mobile besitzt zunächst einen Exklusivvertrag mit Google, Smartphones mit Android zu vertreiben. Kurze Zeit später reihen sich auch Vodafone, O2 und andere große Netzbetreiber mit ein. (Vgl. [VOI09], [STA11])

Das Softwarepaket von Android besteht aus einem Linux Kernel, welcher grundlegende Treiber für das Display, Keypad, die Kamera, WiFi etc. bereitstellt. Ein weiterer signifikanter Bestandteil sind mitgelieferte Libraries aus dem Open-Source-Bereich, wie das webKit, OpenGL, SQLite und SSL. Diese Bibliotheken sind in der Sprache C geschrieben. Besonders wichtig für Anwendungsprogrammierer ist die Dalvik Java Virtual Machine mit entsprechenden Core Libraries. Darauf aufbauend existiert noch das Application Framework mit diversen Managern. Während ein Manager für die Darstellung der Benutzeroberfläche verantwortlich ist, dient ein weiterer für die Ressourcenverwaltung und wieder ein anderer zum Reagieren auf Benutzereingaben. Von großer Bedeutung sind schließlich auch die Standardanwendungen zur Verwaltung von Kontakten, für den Browser, zur Telefonie und für weitere essentielle Funktionen des Smartphones.

Die Dalvik Java Virtual Machine ist extra für Android erstellt worden und gibt dem Anwender somit die Möglichkeit, seine eigenen Applikationen für dieses Betriebssystem zu programmieren. Standard Packages aus Java SE, wie beispielsweise java.io, java.net und java.math sind vertreten. AWT und Swing, also die Bibliotheken für die GUI werden hingegen nicht unterstützt, da die Oberflächenprogrammierung bei den kleinen Bildschirmen der Smartphones anders gelöst werden muss. (Vgl. [VOI09])

Die gesamte Android SDK lässt sich kostenfrei für alle gängigen Betriebssysteme herunterladen¹. Zusätzlich gibt es auf der entsprechenden Homepage hilfreiche Dokumentationen, Entwicklungswerkzeuge und Beispielcode. Mit dem Emulator können außerdem die Applikationen getestet werden. Als Alternative steht dem Programmierer ein ADT PlugIn für die Entwicklungsumgebung Eclipse zur Verfügung, die sogenannten Android Development Tools. Die Applikationen können auch wieder über einen Emulator oder auf dem, mittels USB verbundenen, Mobilgerät getestet werden.

Das Framework einer Android Applikation ist in drei wesentliche Elemente gegliedert. Die Activities übernehmen die Aufgabe der Präsentationsschicht wobei eine Activity genau eine Bildschirmmaske der Benutzeroberfläche repräsentiert. Die Services sind die Dienste, welche

im Hintergrund einer Applikation laufen, ohne dabei zwangsläufig von einer Activity abhängig sein zu müssen. Dann gibt es noch die Content Providers, welche als Schnittstellen zur Bereitstellung von Daten zwischen Applikationen zu verstehen sind. So zum Beispiel kann eine Applikation über solch einen Content Provider Informationen aus dem Adressbuch des Smartphones auslesen und diese weiterverarbeiten. Für die Realisierung von Systemereignissen, wie die Darstellung von dem Ladestatus des Geräteakkus, wird ein broadcast receiver initialisiert. Diese Komponenten werden im Application Manifest zusammengefasst und verwaltet. Dieses Manifest bildet den Grundbaustein einer Android Applikation und wird als Datei „AndroidManifest.xml“ gespeichert. Jede dieser Anwendungen läuft auf dem mobilen Endgerät in ihrem eigenen Linuxprozess und ist daher unabhängig von allen anderen aktiven Applikationen. Somit ist ein Smartphone mit Android multitaskingfähig. (Vgl. [VOI09], [APF11])

Die ersten Versionen von Android sind noch ausschließlich für Smartphones konzipiert, während ab Version 3.0 auch die Tablet-Computer mit berücksichtigt werden. Alle Versionen tragen neben der obligatorischen Nummer auch eine jeweils andere Süßspeise im Namen. Zum Stand des Entstehens dieser Arbeit ist die Version 2.3.4 „Gingerbread“ für die Smartphones aktiv und auf den Tablet-PC's wird Version 3.2 „Honeycomb“ eingesetzt. (Stand: September 2011)

Seit 2010 befindet sich Google im Rechtsstreit mit Oracle, da letzteres Unternehmen dem Suchmaschinenkonzern die unbefugte Nutzung von Java-Code in ihrer Dalvik Java Virtual Machine vorhält. Oracle kaufte Ende 2009 das Unternehmen Sun Microsystems auf und besitzt damit auch jeglichen Anspruch auf dessen Java-Technologien. Ausgang des Rechtsstreits wird ausschlaggebend für die Zukunft von Android sein. (Vgl. [SPI11])

Im August 2011 wird bekannt gegeben, dass Google das Unternehmen Motorola Mobility aufkaufen wird. Dabei erhofft sich Google nicht nur einen Entwicklungsschub für sein mobiles Betriebssystem sondern gelangt auch in den Besitz wichtiger mobiler Patente, welche die Mobilfunksparte von Motorola mitbringt. Trotz dieser Übernahme soll die Plattform Android weiterhin als offenes Projekt laufen und nicht nur auf Geräte von Motorola beschränkt sein. ([DIS11])

¹ <http://developer.android.com/sdk>

3.1.3 Windows Phone

Bevor Ende 2010 das mobile Betriebssystem von Microsoft unter dem Namen Windows Phone erscheint, läuft es als Windows Mobile auf PDA's und wenigen Smartphones. Alle Versionen von Windows Mobile basieren auf Microsoft Windows CE, einer Reihe von Betriebssystemen für eingebettete Systeme. Dabei ist zu beachten, dass neben Bestandteilen dieses Komponentensatzes von Windows CE auch zusätzliche Komponenten integriert werden und somit ein eigenständiges Betriebssystem entsteht. Seit 2002 erscheint jährlich eine neue Version von Windows Mobile, nur die Fertigstellung von Version 6 dauert ein Jahr länger und erscheint 2007. Die Oberfläche ist immer an das jeweilig aktuelle Computer-Betriebssystem angelehnt, bei Windows Mobile 6 ähnelt das Design dementsprechend Windows Vista. Bekannte Programme, wie Outlook und die Office-Serie von Microsoft sind in dem Betriebssystemen mitgeliefert und werden immer weiter in ihrer Handhabung und Funktionen verbessert. Die Geräte mit Version 6.x von Windows Mobile werden in verschiedenen Varianten ausgeliefert. Da gibt es diese mit Touchscreen, wobei aufgrund meist sehr kleiner Bedienelemente das Arbeiten mit einem Touchpen empfohlen wird, und demzufolge solche ohne Touchscreen. Erstere Gruppe untergliedert sich wiederum in zwei weitere Kategorien: Mobilgeräte mit integriertem Telefon werden mit Windows Mobile Professional ausgeliefert, während einfache PDA's ohne Telefoniefunktion mit Windows Mobile Classic arbeiten. Die Modelle ohne berührungsempfindlichen Bildschirm werden mit Windows Mobile Standard verkauft.

Schon ab Version 6.5 von Microsofts Betriebssystem wird teilweise von Windows Phone gesprochen, das erste offizielle Windows Phone erscheint aber erst im dritten Quartal 2010 in der Version 7.0 mit einer generalüberholten Benutzeroberfläche. Die großen Kacheln, sogenannte Hubs, auf der Startseite unterstützen nun auch das navigieren mit den Fingern und liefern eine intuitive und übersichtliche Menüführung. Auch der Funktionsumfang kann nun mit anderen aktuellen mobilen Betriebssystemen, wie iOS und Android, mithalten. Derzeit befindet sich das Windows Phone in der Version 7.0, im Herbst 2011 soll das Windows Phone mit der neuen Version 7.5 erscheinen. (Stand: August 2011)

Ausgeliefert wird Windows Phone 7 hauptsächlich auf Smartphones des Herstellers HTC, wenige Geräte der Firmen Samsung und LG sind auch vertreten. Genau wie bei seiner Konkurrenz gibt es nun auch einen umfassenden Marketplace, wo Anwendungen zum Kauf und Download bereitstehen und der Smartphone-Nutzer auch Selbstprogrammiertes zur

Verfügung stellen kann. Für Windows Phone 7, kurz WP7, kommt die Software Visual Studio zum Einsatz. Microsoft stellt für Visual Studio 2010 die Windows Phone Developer Tools bereit, welche Visual Studio Express 2010 for Windows Phone, die Software Expression Blend 4, XNA Game Studio für Spiele-Programmierung sowie den Windows Phone Emulator beinhalten. Hauptsächlich werden Applikationen mit Microsofts Silverlight und in der Programmiersprache C# entwickelt. Für das Erstellen der Oberfläche einer Anwendung wird die Beschreibungssprache XAML (Extensible Application Markup Language), eine Erweiterung von XML, genutzt. Um die obligatorischen Windows Phone Developer Tools zu nutzen, wird das Desktop-Betriebssystem Windows Vista oder Windows 7 vorausgesetzt.



Abbildung 5: Windows Phone Schriftzug
(Quelle: [WPL11])

Seit dem neuen Konzept dieses Betriebssystems steigt nun auch dessen Beliebtheit, was auch die Entwicklung der Verkaufszahlen in Tabelle 4 verdeutlichen. Laut Gartner erkämpft sich Microsofts Windows Phone binnen der nächsten Jahre den Platz als drittgrößte Plattform auf Smartphones im Bezug auf deren Verbreitung.

(Vgl. [PRE10], [HER10], [GLA10])

3.1.4 Symbian OS

Das Betriebssystem Symbian OS ist aus einem Gemeinschaftsprojekt zwischen Nokia, Motorola, Ericsson und Psion entstanden. Die Intention dieses Zusammenschlusses ist ein Gerät zu entwickeln, welches die Eigenschaften eines PDA's und des Mobiltelefons vereint. 2008 übernimmt Nokia alle Anteile seiner Partnerunternehmen und orientiert sich bei der Gründung von Symbian Foundation an Googles Android, indem Symbian OS als Open-Source-Software angeboten wird.

Das Betriebssystem bleibt lange Zeit eine ernstzunehmende Konkurrenz und ist bis 2010 sogar das verbreitetste mit einem Marktanteil von 37,6 % (siehe Tabelle 4). Nokia wird allerdings in Zukunft nicht mehr nur Geräte mit Symbian OS ausliefern, sondern sich auf Windows Phone und das linux-basierte Betriebssystem Maemo spezialisieren.

Applikationen zu dieser Plattform werden mit der Programmiersprache C++ entwickelt, wobei auch zusätzliche SDK's das Programmieren mit anderen Sprachen ermöglichen. Wie bei den meisten mobilen Betriebssystemen läuft Symbian auf Geräten mit ARM Prozessoren.

(Vgl. [ALB08] S. 109)

3.1.5 RIM BlackBerry OS

Pager der kanadischen Firma Research in Motion, welche lediglich zum Empfangen und Versenden von Nachrichten genutzt werden konnten, bilden den Ursprung der BlackBerry Geräte. Wirklich bekannt wird das BlackBerry im Jahr 2002, als PDA's mit diesem Betriebssystem ihre berühmteste Funktion erhalten. Mit dieser werden eintreffende E-Mails direkt auf das Mobilgerät „gepusht“, also geladen und sind so automatisch und schnell abrufbar. Die Push-E-Mail-Funktion wird dabei über einen obligatorischen BlackBerry Enterprise Server realisiert, welcher beispielsweise in einem Firmennetzwerk installiert ist. Dieser übermittelt dann neue E-Mails aus einem Mail-Programm, wie Microsoft Exchange, an das RIM Network Operation Center, um diese dann wiederum mittels Network Carrier auf das entsprechende Mobilgerät weiterzuleiten. Ein weiterer Fortschritt ist der Einsatz eines Touchscreens, sowie einer vollständigen Tastatur zur schnellen und einfachen Bedienung „mit nur einem Daumen“ (Quelle: [ALB08] S. 108). Dank dieser Feinheiten behalten die Geräte von BlackBerry im Business-Bereich lange Zeit die Vorherrschaft und viele dieser PDA's und Smartphones sind Standardausstattung in Unternehmen. Doch die Gartner Studie aus Tabelle 4 zeigt besonders deutlich, dass die Konkurrenz von Apple und Google stärker ist und auch bleiben wird.

(Vgl. [ALB08] S. 107, 108)

3.1.6 Weitere Betriebssysteme für Smartphones

Eine der ersten und bekanntesten Plattform für PDA's ist Palm OS. 2003 werden neben den Personal Digital Assistants auch Smartphones mit diesem Betriebssystem vorgestellt. Diese können aber nie wirklich einen großen Marktanteil erzielen. Nachfolger von Palm OS ist das Betriebssystem WebOS, welches neben den bisherigen Funktionen besonderen Wert auf den Einsatz von Internetdiensten auf Smartphones legt. 2010 ist Palm im Besitz des IT-Unternehmens Hewlett-Packard. (Vgl. [ALB08] S. 106) Als HP Anfang September bekannt

gibt aus dem Smartphone- und Tablet-Geschäft auszutreten ist die Zukunft von Web OS ungewiss. Hauptinteressent, welcher dieses mobile Betriebssystem weiterentwickeln möchte, ist Amazon. (Stand: Oktober 2011) (Vgl. [IDG11])

Da die Entwicklung der mobilen Geräte ein boomender Markt ist, entstehen derzeit sehr viele entsprechende Betriebssysteme. So auch MeeGo, ein Zusammenschluss der Plattformen Moblin von Intel und Nokias Maemo. Dieses Open-Source-Produkt, welches mittlerweile der Linux Foundation zugeordnet ist, spezialisiert sich auf eine breite Palette von Geräten, darunter natürlich Smartphones, aber auch NetBooks und sogar auf Embedded Systems. (Vgl. [TLF11])

Ein weiteres der vielen mobilen Systeme ist bada von Samsung. Als Grundgerüst dient Linux oder Real Time OS, weshalb bada als kein eigenständiges Betriebssystem betrachtet wird. Das Konzept von Samsung, bada auf Geräten der mittleren bis unteren Preisklasse anzusiedeln, lässt eine „spannende Zukunft auf dem wachsenden Smartphone-Markt“ vermuten. (Vgl. [MDA11] S. 70 ff.)

All diese in diesem Abschnitt genannten mobilen Betriebssysteme erreichen wahrscheinlich in Zukunft nicht die Verbreitung von iOS, Android und Windows Phone, werden aber als Nischenprodukte existieren.

3.2 Das Mobile Internet

3.2.1 Begriffsdefinition

Im Grunde wird das mobile Internet als der Zugang zum Web mit einem mobilen Gerät betrachtet. Allerdings gibt es noch weit mehr zu beachten, um diesen Begriff korrekt zu definieren. Nicht nur die begrenzte Anzeigefläche der meist sehr kleinen mobilen Begleiter, sondern auch die langsamere Internetverbindung heben sich von dem Internet ab, welches für die heimischen Computern angeboten wird.

Besonders hervorgehoben bei der Definition werden Geräte mit oben genannten Einschränkungen. Während beispielsweise NetBooks, welche ja auch als mobil zu bezeichnen sind, den gleichen Browser des Desktop-PC's nutzen, muss die Wiedergabe von Internetseiten auf Smartphones entsprechend angepasst werden.

In den Begriff „mobiles Internet“ mit eingeschlossen sind auch Anwendungen, welche das Internet in Form einer Plattform nutzen ohne Verwendung eines Webbrowsers. Dazu gehören beispielsweise die mobilen Applikation der Videoplattform YouToube oder E-Mail-Programme, welche über das Internet neueste Mails beziehen.

Weiterhin spielen die Intentionen der Anwender, die auf das mobile Internet zurückzugreifen, eine große Rolle für die Begriffserklärung. Während das stationäre Internet für lange und ausführliche Arbeiten genutzt wird, bleibt der mobile Zugang der kurzen Informationsbeschaffung, dem Abrufen von E-Mails oder der Unterhaltung vorbehalten.

Webseiten für das mobile Web sind ebenfalls von regulären Internetseiten abzugrenzen. Sie beinhalten weit weniger Grafiken, der Textumfang ist der Anzeigefläche weitestgehend angepasst und anspruchsvolle Animationen, wie Flash-PlugIn's, werden reduziert wenn nicht sogar ausgelassen.

Während anfangs eher Geschäftsleute auf das mobile Internet zurückgegriffen haben, findet es auch im privaten Gebrauch immer mehr Zuspruch. Gerade seit Einführung der Smartphones und attraktiver Internet-Flatrates von Seiten der Netzbetreiber fördert den Fortschritt. In Abbildung 6 wird diese positive Entwicklung der mobilen Internetnutzung verdeutlicht.

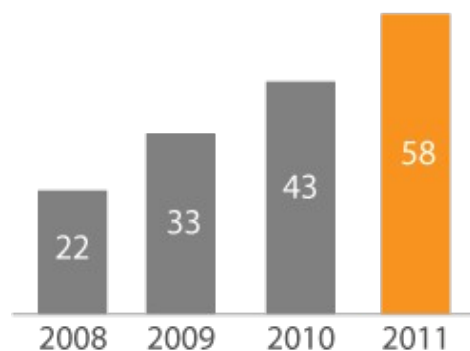


Abbildung 6: Prozentzahl der Internetanwender, die auch täglich das Mobile Internet nutzen
(Quelle: [HUE11] S. 85)

Mehr zu der Entwicklung der Internetverbindung ist im nächsten Abschnitt zu finden.

(Vgl. [ALB08] S. 31ff.)

3.2.2 Mobilfunkstandards

GPRS / GSM

1998 wird die zweite Generation des Mobilfunkstandards vorgestellt, nachdem die erste, bestehend aus dem A- bis C-Netz, lediglich die mobile Telefonie realisieren konnte. Über das Global System for Mobile Communications (GSM) lassen sich bereits Datenübertragungen durchführen. Der 2001 eingeführte Standard wird später mit dem General Packet Radio Service (GPRS) erweitert, um die Geschwindigkeiten des Transfers für Download und Upload zu verbessern. Letztendlich bleiben die Übertragungsraten für den Datendownload bei maximal 55,6 kbit/s.

Das zur etwa gleichen Zeit existierende Wireless Application Protocol (WAP) ist übrigens kein Mobilfunkstandard. Es ist viel mehr eine Technik mit einem Micro Browser, für welche mittels WML eigene Internetseiten entwickelt werden. Heutzutage spielt WAP keine Rolle mehr.

(Vgl. [GPR11], [MOB11], [ALB08] S.22f.)

EDGE

Eine weitere wichtige Erweiterung des GSM-Standards ist EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution). Mit dieser Technologie können höhere Downloadgeschwindigkeiten erreicht werden. Während diese theoretisch bei 473,6 kbit/s liegen, bleiben es in der Realität bei 150 bis 200 kbit/s.

2003 wird dieser Mobilfunkstandard eingeführt, in Deutschland findet er jedoch erst ab etwa 2006 Beachtung. Diese Verspätung liegt vor allem daran, dass bereits die mobilen Netze auf UMTS ausgelegt und ausgebaut wurden. Später wird jedoch eingesehen, dass EDGE als Alternative zu UMTS nützlich sein kann, falls letzteres mal nicht verfügbar ist.

(Vgl. [EDG11], [MOB11])

UMTS

Zu der dritten Generation (3G) gehört das bereits erwähnte Universal Mobile Telecommunication System (UMTS), welches seit 2003 im Einsatz ist. In seiner Ausgangsform, also ohne Erweiterungen, beträgt die Downloadgeschwindigkeit im

Durchschnitt 384 kbit/s. In manchen Gebieten garantieren sogenannte HotSpots eine maximale Übertragungsrate bis zu 2Mbit/s. Diese sind meist in öffentlichen Einrichtungen, wie Bahnhöfe oder Einkaufszentren, zu finden.

(Vgl. [UMT11], [ALB08] S. 24ff.)

HSPA - HSDPA & HSUPA

Eine Erweiterung für die UMTS-Technologie ist das HSPA (High Speed Packet Access), welches sich wiederum in HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) und HSUPA (High Speed Upload Packet Access) unterteilt. Ersteres bietet höhere Downloadgeschwindigkeiten bis zu 7,2Mbit/s und HSUPA, auch als Enhanced Uplink bezeichnet, gewährleistet einen Upload bis 5,76Mbit/s.

Seit diesen Übertragungsraten nimmt die Zahl der Nutzer des mobilen Internets schlagartig zu.

(Vgl. [MOB11], [ALB08] S. 26)

HSPA+

HSPA+, eine erneute Verbesserung von HSPA, ermöglicht einen noch schnelleren Download beziehungsweise Upload. Daten können im besten Fall mit 42Mbit/s heruntergeladen werden, unter normalen Bedingungen bleiben die Geschwindigkeiten bei 28 Mbit/s. Der Upload lässt Datenraten bis 22Mbit/s zu. (Vgl. [ALB08] S. 26)

LTE

Der nächste Mobilfunkstandard und somit die vierte Generation (4G) des mobilen Internets ist LTE (Long Term Evolution). In Zukunft soll diese neue Technologie UMTS vollkommen ablösen.

Seit März 2011 existieren bereits einige Netze. Auch die ersten mobilen Geräte mit LTE-Unterstützung sind bereits in Produktion. (Stand: August 2011) Bis 4G allerdings flächendeckend verfügbar ist, wird noch einige Zeit vergehen. Die Übertragungsraten bis zu 100 Mbit/s für den Download und 50 Mbit/s für den Upload sind optimal für die Nutzung von Videokommunikation und Onlinespiele. (Vgl. [MOB11])

Da die Übertragungsgeschwindigkeiten der Mobilfunkstandards steigen, können Videos in immer besserer Qualität übermittelt werden. Auch die zunehmende Ausweitung der Netzinfrastruktur wirkt sich natürlich positiv auf die zu entwickelnde mobile Applikation aus.

3.3 Media Streaming

Der Begriff Streaming Media umfasst die Video- und Audioübertragung in Echtzeit, sowie als On-Demand-Datei. Wichtig für das Verständnis ist ein kurzer Einblick in die Geschichte des Media-Streamings. Außerdem müssen die Techniken, welche für den Übertragungsprozess vorausgesetzt werden, näher erläutert werden. Dazu gehört unter anderem auch die Zuordnung der Streaming-Protokolle für die jeweiligen mobilen Betriebssysteme. Zunächst muss jedoch die Relevanz der Videokommunikation erörtert werden.

3.3.1 Die Relevanz der Videokommunikation

Seit dem Zeitalter des Web 2.0 ist vor allem die multimediale Kommunikation und Präsentation im Internet ein immer wichtig werdender Bestandteil. Nicht nur die Darstellung von Audioinhalten bei beispielsweise dem Livestream von Radiosendern, sondern besonders die Bereitstellung von Bewegtbildern wird von dem Internetnutzer immer häufiger in Anspruch genommen. Im Gegensatz zu textlastigen Internetseiten, bringen Videos Farbe, Bewegung und Interaktivität in das Internet.

Gerade über Videos lassen sich authentisch Gefühle, Meinungen und Informationen übermitteln. Der Betrachter vertraut eher auf das, was er selbst in einem Video sieht und zieht diese Darstellung dem Text oder sogar Bildern vor.

Im Business-Bereich kann durch die Videokommunikation das Verhältnis zum Kunden bestärkt werden aber auch innerhalb eines Unternehmens profitiert der Mitarbeiter von übertragenen Konferenzvideos. Diese Erreichbarkeit und Kommunikation ist zum einen für die Flexibilität des Mitarbeiters und zum anderen für den Dialog mit deren Kunden von großer Bedeutung.

Da sich das Mobilgerät immer mehr zum täglichen Begleiter entwickelt, lohnt es sich auch die Videokommunikation auf dieses Medium zu erweitern und die multimedialen Inhalte auf Smartphones und Tablet-PC's bereitzustellen.

(Quelle: [BEI10], Seite 20f.)

3.3.2 Die Geschichte des Media Streamings

Die ersten multimedialen Übertragungen sind mit MBone realisiert worden. Das MBone, auch Multicast Backbone, ist ein eigenständiges virtuelles Netzwerk, über welches um 1992 bereits erste Ton- und Bildübertragungen stattgefunden haben. Zu den bekanntesten Anfängen der Echtzeitübertragung von Bildern, zählt die Trojan-Room-Kaffeemaschine. Darunter vorzustellen ist die Anzeige des Füllstands einer Kaffeemaschine, von welcher aller paar Minuten die dort installierte Kamera ein Foto schoss, um diese dann im Netzwerk an die Mitarbeiter der University of Cambridge zu versenden. Diese Aktion gilt als Vorreiter der heutigen Webcam.

Ab 1994 sind Streaming-Systeme eingeführt worden, welche sich der Unicast-Technik bedienen und den Anwendern ermöglicht, auch über das normale Internet Radio-Streams verfolgen zu können. Seit dieser Umstellung steigt das Interesse der Nutzer stetig an. Auch das Media-Streaming an sich erlebt seit diesem Zeitpunkt einen Entwicklungsschub. Immer mehr Hörfunksendungen gehen online und wichtige Nachrichten und Ereignisse können über das Internet übertragen werden. Als erster deutscher Radiosender überträgt der Bayern Rundfunk B5 Aktuell, ab 1996, sein Programm über das Internet. ([WEB00] S. 40ff.)

Ausschlaggebend für die Entwicklung des Media Streamings ist die Verbesserung der Bandbreiten und der Zugänge zum Internet, sowie die Entwicklung der Technik für die Umsetzung der Medienübertragung.

Vor allem im mobilen Bereich hat sich in den letzten Jahren viel getan. Nach Einführung von UMTS wird es möglich, auch auf Mobilgeräte zu streamen. Aus diesem Grund wird die Entwicklung des Media Streamings in dieser Richtung zukünftig voranschreiten.

3.3.3 Technologien der Videoübertragung

Vor der Wahl einer Technologie zur Videoübertragung muss entschieden werden, für welche Zwecke man diese benötigt.

Unter dem Begriff des Streamings verbirgt sich die Wiedergabe einer Video- oder Audiodatei unmittelbar nachdem dessen Download begonnen hat. Sobald der Datenstrom den Endnutzer erreicht, kann er unverzüglich das Video starten. Voraussetzung dafür ist allerdings ein konstanter Stream. Außerdem wird für dieses Übertragungskonzept ein spezieller Streaming-Server benötigt. Auf der Empfängerseite befindet sich ein Player, meist in Form eines Plug-

In's im Browser, für die Wiedergabe des Videos (Vgl. [MAY01], S. 18). Seit HTML5 kann das Einbinden von Videos auch ohne Drittanbieter-Software vorgenommen werden. Die kompletten Videodaten werden nicht auf dem Computer des Betrachters abgelegt, lediglich ein Teil wird temporär zwischengespeichert.

Wird ein Event in Echtzeit an den Empfänger beziehungsweise Kunden übertragen, ist das direkte Streaming unumgänglich. Sollen die Videodaten allerdings zu jeder Zeit abrufbar sein, bedarf es keiner Echtzeitübertragung. Die ältere Variante besteht darin, das gesamte Video auf das lokale Laufwerk, meist in einem temporären Ordner, zwischenzuspeichern. Ist der Download abgeschlossen, lässt sich das Video ohne Verzögerungen und Puffer-Pausen ansehen. Meist ist die Datei in einer HTML-Seite eingebunden und der Download-Prozess ist für den Betrachter nicht explizit ersichtlich, da er im Hintergrund abläuft. Als Übertragungsprotokoll dient das Hyper Text Transfer Protocol, kurz HTTP. Meist wird das On-Demand-Video aber auch über Streaming an den Empfänger gesandt, da diese Methode ressourcensparender ist und das Videomaterial vor Raubkopien geschützt ist.

Auch mit dem Download-Konzept kann das Streaming vorgetäuscht werden. Bei dieser Methode der Videoübertragung kann der Betrachter bereits nach einer kleinen heruntergeladenen Datenmenge die Wiedergabe des Videos starten. Während so bereits ein Teil des Videos in einem temporären Ordner des lokalen Rechners abgelegt ist und abgespielt werden kann, lädt der Rest der Datei im Hintergrund unverzüglich weiter. Die Echtzeitübertragung lässt sich mit diesem Pseudo-Streaming, auch genannt progressiver Download, allerdings nicht realisieren.

(Vgl. [WAV11])

3.3.4 Dateiformate und Codecs

Um den Prozess des Streamings zu ermöglichen, müssen die Videodaten in entsprechende Dateiformate gewandelt werden. Dafür werden Kodierungsverfahren angewandt, welche die Videos in ein bestimmtes Dateiformat bringen. Die Datenkompression wird genutzt, um Multimediainhalte im Bezug auf ihre Größe zu minimieren. Dafür werden meist bei Audiodateien nicht hörbare Frequenzen und bei Videodaten redundante, also doppelte, Bilder gelöscht oder nur die Informationen der einzelnen Bilder gespeichert, welche sich von dem vorherigen Frame unterscheiden.

Im Bezug auf HTML5 gibt es keinen Standard, was die Kompatibilität der einzelnen Audio- und Videoformate mit den Browsern betrifft. Daher sind mehrere Formate wichtig, um möglichst viele Geräte und deren Browser abzudecken.

Ein sehr verbreitetes Kompressionsverfahren für die Audiowiedergabe ist das Advanced Audio Coding (AAC). Aber auch die Dateiformate MP3, Vorbis und WAV werden von einigen Browsern unterstützt. Der MP3 Standard, beziehungsweise MPEG-1/2 Audio Layer III existiert bereits seit 1991. Dieser Codec kann bis maximal 2 Soundkanäle bedienen und Audiodaten zwischen 32 und 320 kbps enkodieren. AAC ist das Standardformat für den online Musik-Store von Apple, weshalb auch davon auszugehen ist, dass dieses Format auf allen iOS-Geräten läuft. Bei dem Advanced Audio Coding lassen sich die Daten über mehrere Profile auf die Leistung bestimmter Gerätetypen anpassen. Das Ogg Containerformat, welches bei Videos verwendet wird, kommt auch bei Audiodaten zum Einsatz. Der Codec dafür heißt Vorbis.

Audiocodec	Dateiendung	Details
ACC	.acc .mp4 .m4a .m4b .3gp	Bietet verschiedene Encoding-Profile, um möglichst viele Datenbandbreite und Rechenleistungsabstufungen abzudecken
MP3	.mp3	Audiodaten werden mit variabler Bitrate enkodiert, dadurch sind manche Teile komprimierter als andere
WAV	.wav	Containerformat von Microsoft und IBM entwickelt
Ogg Vorbis	.oga .ogg	Für bis zu 7 Audiokanäle lassen sich Audiodaten enkodieren

Tabelle 5: Wichtige Audioformate

Eine Videodatei befindet sich immer in einem Videocontainer, in welchem Metadaten, sprich Informationen und das Video selbst zusammengefasst sind. Auch die Tonspur wird in dieser Art ZIP-Archiv mitgeliefert. Verbreitete Containerformate sind Ogg, MPEG-4 und WebM, der jüngste Beitrag von Google.

Um diese Formate abspielen zu können wird zusätzlich ein Algorithmus verlangt, der die

Videocontainer decodieren kann. Diese Algorithmen heißen Videocodecs. Dabei wird zwischen verlustbehafteten und verlustlosen Codecs unterschieden. Während letztere zu groß für die Verwendung bei Internet-Streams sind, kommen eher die verlustbehafteten zum Einsatz. Wie der Name schon sagt, gehen bei dem Kodierprozess Informationen der Datei unwiderruflich verloren. Abhängig der Kompressionsrate werden diese Informationsverluste wenig bis gar nicht von dem Betrachter wahrgenommen.

Der meistgenutzte Codec ist der H.264-Standard. Um den Prozessoren und Verbindungsgeschwindigkeiten verschiedenster Endgeräte, angefangen bei Mobiltelefone bis hin zu gut ausgestatteten Desktop-PC's gerecht zu werden, existiert dieser Codec in unterschiedlichen Profilen und Leveln. Der Theora Codec, welcher aus dem VP3 Codec hervorgegangen ist, wird hauptsächlich in Verbindung mit dem Ogg Containerformat verwendet. VP8 de- und encodiert das Dateiformat WebM. 2010 veröffentlicht Google diesen, von On2 erworbenen, Codec als open-source Standard.

Hier eine Übersicht zu den Containerformaten und Videocodecs:

Containerformat	Dateiendung	Codecs	Details
MPEG 4	.mp4 .m4v	H.264	Basiert auf Apple's QuickTime-Format .mov und ist auf allen Geräten lauffähig. Auch der Codec wurden von der MPEG group entwickelt.
OGG	.ogv	Theora	Der Codec stammt aus dem Hause der Xiph.org Foundation.
WebM	.webm	VP8	WebM wurde im May 2010 vorgestellt entwickelt von Google

Tabelle 6: Wichtige Videoformate und -codecs

Welcher Browser welche Dateiformate unterstützt, wird in Form von Tabelle 7 zusammengefasst. (Vgl. [PIL11], [SPM11] S. 127f., S. 130ff.)

Browser	Unterstützte Plattform	Unterstützte Audioformate	Unterstützte Videoformate & Codecs
iOS Safari	Apple iOS	AAC MP3 WAV	MPEG-4 QuickTime-Format jeweils mit H.264
Android-Browser	Android	AAC MP3 MP4	MPEG-4 mit H.264 WebM mit VP8-Codec
Internet Explorer Mobile	Windows Phone 7	AAC MP3	WebM mit VP8-Codec
Firefox Mobile	Android	WAV OGG Vorbis	WebM mit VP8-Codec OGG Theora
Opera Mobile	Android Symbian Windows Phone 7	WAV OGG Vorbis	WebM mit VP8-Codec OGG Theora

Tabelle 7: Unterstützung von Audio- und Videoformaten mobiler Browser ab genannter Version

3.3.5 Streaming-Protokolle

Es existieren zwei wesentliche Streaming-Protokolle, welche für die mobile Media-Übertragung relevant sind. Die Geräte mit dem Betriebssystem iOS setzen für das Apple HTTP Streaming das gleichnamige Streaming-Protokoll voraus. Geräte mit Android, BlackBerry OS, Symbian sowie weitere mobile Betriebssysteme stützen sich auf den RTSP-Stream.

Das Hypertext Transfer Protokoll ermöglicht das HTTP-Streaming. Für eine reibungslose Wiedergabe der gestreamten Inhalte wird die HTTP-Protokollschicht während der Übertragung durch eine Streaming-Protokollschicht ersetzt. Außerdem wird das Video zwischengepuffert, um eine flüssige Wiedergabe zu ermöglichen. ([WEB00] S. 79) Das HTTP-Streaming unterstützt sowohl die Echtzeitübertragung, als auch das Streaming von On-Demand-Videos. Das von Apple eingeführte HTTP Live Streaming wird auf allen Geräten ab der Version 3.0 des Betriebssystems iOS unterstützt.

Apple stellt für das Streamen auf iOS-Geräte einige Voraussetzungen. Zum einen handelt es sich um das sogenannten Segment-Streaming, durch welches das eigentliche Video in

mehrere gleich große Abschnitte geteilt wird. Diese werden über eine Index-Datei, bei iOS in Form einer Playlist des Dateiformates .m3u8, aufgelistet. Die zweite Bedingung besteht darin, die Qualität des Videos der Downloadgeschwindigkeit des mobilen Gerätes anzupassen. Auch hierfür hat das HTTP Live Streaming eine Lösung. Dabei handelt es sich um das adaptive Streaming. Über eine SMIL-Datei wird die Abstufung von unterschiedlich hohen Bandbreiten und deren Zuordnung des jeweiligen Videos vorgenommen. Die Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) ist eine XML-Datei für multimediale Optimierungen. ([WEB00] S. 71)

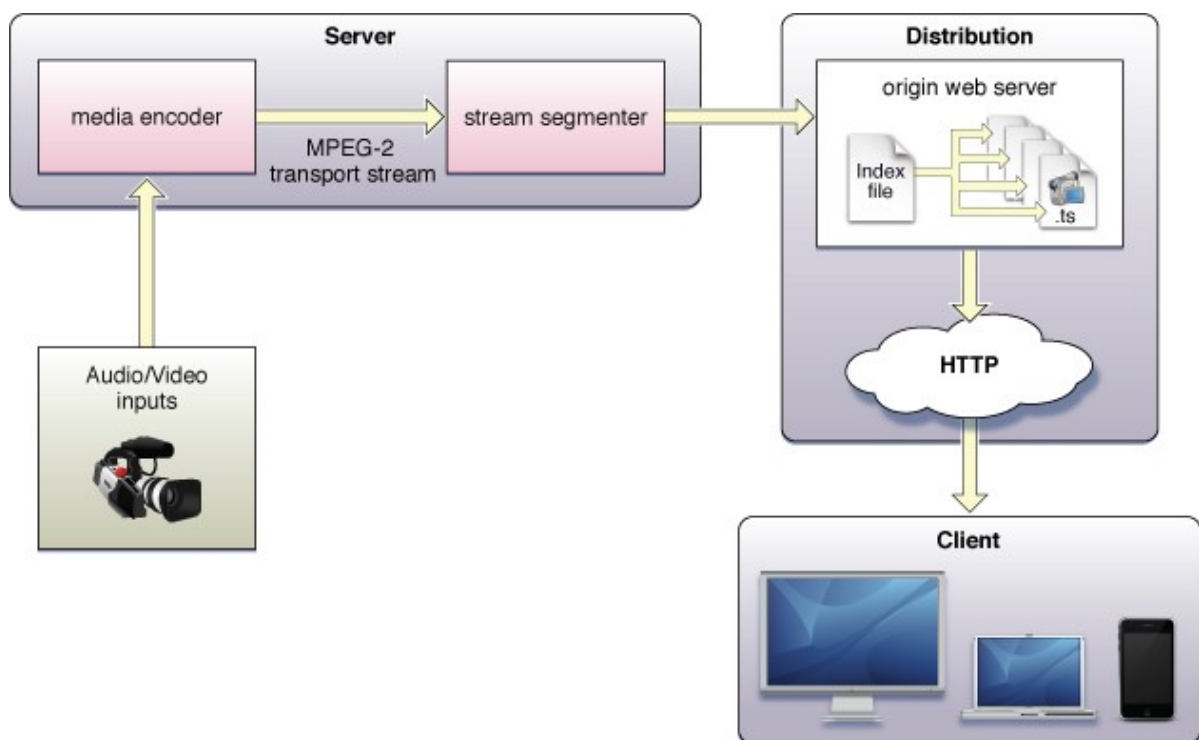


Abbildung 7: Eine einfache Konfiguration des HTTP Streamings (Quelle: [ATS11])

Wie am Anfang des Abschnitts erwähnt, nutzen Android und weitere wichtige Betriebssysteme das Real-Time Transport Protokoll (RTP) beziehungsweise das darauf basierende Real-Time Transport Streaming Protokoll (RTSP). Auch diese Streaming-Protokolle gewährleisten das Zwischenpuffern der Daten, um diese flüssig auf den Endgeräten wiederzugeben. Außerdem können über Zeitstempel und Folgenummern der Datenpakete fehlende beziehungsweise doppelte Daten oder eine falsche Reihenfolge der Pakete vermieden werden. RTSP ist optimiert auf die Übertragung von Live-Streams und Aufzeichnungen von Videos und Audiomitschnitten. ([WEB00] S. 82)

3.3.6 Der Wowza Media Server

Der Wowza Media Server ist ein Streaming-Server, welcher hauptsächlich das Streaming von Video und Audio als Liveübertragungen oder On-Demand an eine Vielzahl von Clients ermöglicht. Diese javabasierte Anwendung wird meist als Alternative zu dem Adobe Flash Media Server verwendet, deckt aber wesentlich mehr Plattformen ab, was sich vor allem im Bereich der mobilen Endgeräte sinnvoll ist. Seit 2007 erweitert das Unternehmen Wowza Media Systems seinen gleichnamigen Server um die Unterstützung weiterer Technologien und Geräte. Während der erste Wowza Server Pro 1.0 nur Adobe Flash-Formate übertragen kann, werden mit dem Wowza Media Server 2 alle gängigen Übertragungsformate unterstützt. Für die Abdeckung der Lauffähigkeit auf mobilen Geräten gehört das richtige Format und Streaming-Protokoll für den jeweiligen Media-Player. Die wichtigsten Player sind Adobes Flash Player, der Microsoft Silverlight Player und der QuickTime Player. Zu den notwendigen Streaming-Protokollen gehören unter anderem das Real-Time Messaging Protokoll (RTMP), Microsoft Smooth Streaming, Apple HTTP Live Streaming, Real-Time Streaming Protokoll (RTSP), Flash HTTP Streaming Protokoll, Real-Time Transport Protokoll (RTP) sowie MPEG2 Transport Streams (MPEG-TS).

Um mit dem Wowza Media Server 2 zu interagieren und Streaming-Prozesse zu verwalten, steht dem Anwender eine API zur Verfügung. Für eventuelle Funktionserweiterungen können eigene Java Klassen zur Laufzeit des Servers eingebunden werden. Einige Javaklassen liegen dem Wowza Server bereits bei, um diese Erweiterungsmöglichkeiten zur veranschaulichen. In jeder Umgebung, welche mindestens die Java 6 Virtual Machine unterstützt, kann der Server eingerichtet werden.

Die Funktionen des Wowza Media Servers werden über sogenannte serverseitige Module, sprich Javaklassen, und HTTP-Provider realisiert. Diese Module stellen Methoden bereit, mittels welcher der Stream über die Media-Player ferngesteuert werden kann. Dazu gehören Funktionen, wie Play, Pause und das Springen innerhalb des Films zu anderen Stellen. HTTP-Provider sind HTTP-Server, mit welchen der Wowza Server erweitert werden kann. Diese sind meist mit Login und Passwort geschützt.

Der Wowza Media Server 2 steht dem Kunden in 5 Editionen zur Verfügung, wobei die Developer- und Evaluation-Edition recht eingeschränkt, dafür aber kostenfrei sind. Mit der Wowza Server Subscription Edition können einzelne Lizenzen für Serverinstanzen erworben

werden, welche einer monatlichen Gebühr unterliegen. Dabei kann die Serverstruktur beliebig erweitert werden und der Kunde bezahlt nur die Instanzen, welche er im Monat tatsächlich nutzt. Im Gegensatz dazu läuft die Wowza Server Perpetual Edition auf Basis einer Dauernutzung der Serverinstanzen. Dabei ist jede Lizenz, welche für jeweils einen Server steht, nach einmaliger Bezahlung unbegrenzt nutzbar. Die Kosten sind abhängig von der Anzahl der gekauften Serverinstanzen und deren Konfiguration.

Eine weitere Edition des Wowza Servers ist eine Verbindung mit dem Amazon Web Service EC2 (Elastic Compute Cloud). Diese virtuelle Rechnerumgebung ermöglicht dem Kunden eine flexible Nutzung der Serverinstanzen über den Amazon Service. Es müssen lediglich die Instanzen und Datentransferraten bezahlt werden, die tatsächlich genutzt werden.

Als mittlerweile Standard-Codec wird das H.264 gehandhabt, da die meisten Player und Geräte in der Lage sind, diese Videokompression wiederzugeben. Daher arbeitet auch der Wowza Media Server mit diesem Videoformat als Ausgangscodec. Mittels Mult-Protokoll wird der Video-Stream in die gewünschten Formate gebracht.

Eine weitere wichtige Funktion ist das Live Stream Recording. Die eingehenden Livevideos werden für die spätere On-Demand-Datei als Flash Video, FLV, oder im QuickTime Containerformat, MP4, aufgezeichnet.

(Vgl. [AMA11], [WOW11])

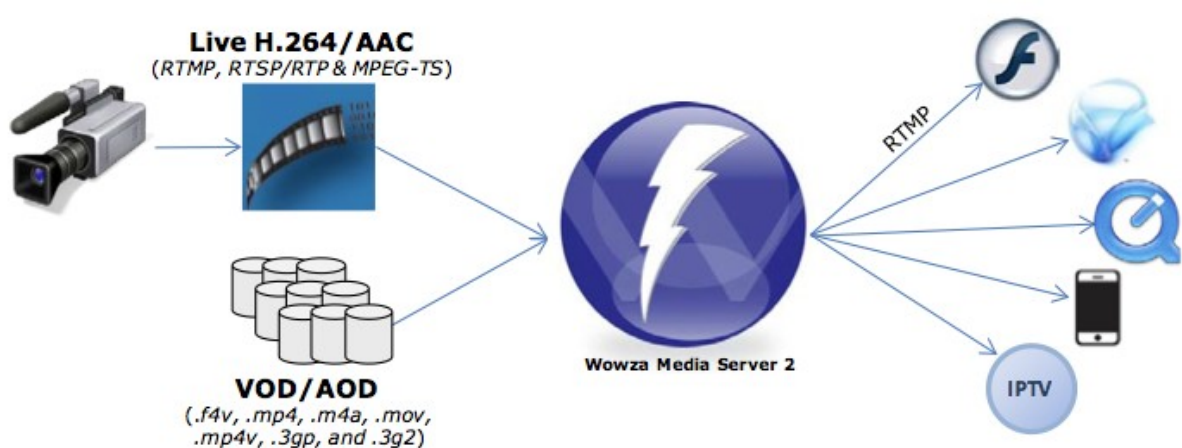


Abbildung 8: H.264/AAC Streaming mit einmaligem Encodieren über Wowza Media Server 2

(Quelle: [WOW09], S. 6)

4 Lösungsansätze

Nach dem theoretischen Teil der Bachelorarbeit muss nun geklärt werden, welche Technologien für die Umsetzung der mobilen Applikation geeignet sind und wie genau die Anwendung entwickelt werden soll. Eine Begründung für die Wahl des Streaming Servers ist ebenfalls wichtig, welche im letzten Abschnitt dieses Kapitels zu finden ist.

4.1 Geeignete Technologien für die Implementierung

4.1.1 Flash-Applikationen

Adobe bietet seit ihrer 2010 erschienenen Creative Suite 5 ein iPhone Development Kit in der Flash Entwicklungsumgebung an. Zudem kann auch das Adobe AIR SDK sowie der Flash Builder für die Programmierung von iPhone Applikationen verwendet werden. Dennoch verweigerte Apple mit Erscheinen der iPhone OS 4 SDK strikt die Entwicklung von Applikation mit Drittanbieter-Software. Dazu zählt auch die Programmierung mit Flash von Adobe. Die Lizenzbedingungen Apples von Anfang 2010 verboten noch die Nutzung anderer Programmiersprachen als Objective-C, C, C++ und Javascript mit dem dafür vorgesehenen Developer Kit Xcode. Auch der Gebrauch von Tools und Compilern, welche es ermöglichen anderssprachigen Quelltext entsprechend umzuwandeln, wurden untersagt. (Vgl. [CAR10]) Steve Job's Meinung zu Adobe Flash verdeutlicht er mit der Aussage, dass Flash lediglich für die Nutzung auf „PC's unter Zuhilfenahme einer Maus und nicht für einen mit Fingern gesteuerter Touchscreen“ ([KWE10]) konzipiert sei. Mithilfe des illegalen Jailbreaks und zusätzlicher Anwendungen wird das iPhone für die Wiedergabe einfacher Flash-Animationen geöffnet.

Erst seit September 2010 ist dieses Verbot von Apple gelockert worden, weshalb nun auch Flash-Applikationen für das iPhone, den iPod Touch sowie dem iPad entwickelt werden können. Adobe stellt dafür einen LLVM (Low Level Virtual Machine) Compiler bereit, welcher den Actionscript-Quellcode in eine native Applikation für das iPhone umwandelt. Dabei wird Actionscript 3 in nativen ARM Prozessor Assembler-Code kompiliert. Mindeste Voraussetzung für die Abspielfähigkeit der Applikation ist iOS 3. Die Umwandlung von Actionscript in eine native Anwendung ermöglicht die Kompatibilität auf mobilen Apple-Geräten. Im Browser Safari hingegen werden SWF-Animationen immer noch nicht

unterstützt. Es werden Alternativ-Browser im App Store angeboten, welche die Anzeige von Flash-Inhalten auf Webseiten ermöglichen.

Darüber hinaus können nicht alle Funktionalitäten des iPhones mittels Actionscript genutzt werden, so zum Beispiel wird die integrierte Webcam nicht mit Flash unterstützt. Die Wiedergabe von Videos innerhalb einer Flash-Applikation ist allerdings möglich. Es können aber keine zusätzlichen Einstellungen an deren Abspielfähigkeit vorgenommen werden, da die Videos nur im Standard-Player des iPhones wiedergegeben werden.

Die Entwicklung von Applikationen für die Android Plattform wird mittels Adobe Air realisiert. Dabei werden Webanwendungen in native Applikationen kompiliert. Der Entwickler kann sogar auf ein großes Spektrum der Funktionen des Smartphones in seiner Anwendung zurückgreifen, so zum Beispiel auf die Kamera und die GPS-Ortung. Der Flash-Builder 4.5, ein Werkzeug für die Entwicklungsumgebung Eclipse, ermöglicht das Entwickeln von nativen Anwendungen für alle gängigen mobilen Betriebssysteme.

Damit der mit Actionscript programmierte Code auch bei allen Smartphones, die nicht die Adobe Flash Player Runtime unterstützen, lauffähig ist, entwickelt Adobe derzeit eine neue Technologie. Diese soll Flashanimationen in HTML-Code konvertieren. Wallaby, so der Name dieser Anwendung, befindet sich derzeit noch in der Test- und Validierungsphase. (Stand: August 2011)

(Vgl. [WAL11], [BAN11])

Plattform	Version	Flash Kompatibilität	
		Adobe Flash Player im Standard-Browser	Entwicklung von Applikationen mit Flash
Apple iOS	Alle Versionen	Keine Unterstützung des Adobe Flash Players	Keine Möglichkeit
	ab 3.0		Adobe AIR, Adobe Builder 4.5, Adobe CS5, Flash Professional
Android	1.1 - 2.1 Eclair	Keine Unterstützung des Adobe Flash Players	Keine Möglichkeit
	2.2 Froyo - 2.3.5 Gingerbread	Unterstützung des Adobe Flash Players 10.1	Adobe AIR, Adobe Builder 4.5
	Ab 3.0 Honeycomb	Unterstützung des Adobe Flash Players 10.2	
Windows Phone 7	Alle Versionen	Keine Unterstützung des Adobe Flash Players	Keine Möglichkeit
BlackBerry OS	Alle Versionen für Smartphones	Keine Unterstützung des Adobe Flash Players	Keine Möglichkeit
	Alle Versionen des BlackBerry Tablet OS für das BlackBerry PlayBook	Unterstützung des Adobe Flash Players	Adobe AIR, Flash Builder 4.5
Symbian OS	Alle Versionen	Keine Unterstützung des Adobe Flash Players	Keine Möglichkeit

Tabelle 8: Unterstützung von Flash auf mobilen Endgeräten

(Vgl. [NGU11], [ASS11], [AST11])

Vorteile von Flash-Applikationen:

- Adobe Air und das SDK sind kostenlos von der Adobe Seite herunterzuladen
- Plattformübergreifende Entwicklung für iOS, Andriod und BlackBerry Tablet OS
- Es lassen sich grafisch anspruchsvolle Applikationen in gewohnter Flash-Qualität entwickeln

Nachteile von Flash-Applikationen:

- Jedes Update einer nativen Applikation unterliegen der Kontrolle Apples bevor sie im App Store zugänglich ist, was sehr zeitaufwändig ist
- Adobe Flash und der Adobe Builder sind kostenpflichtig
- Webanwendungen mit Flash laufen nicht auf dem Standard-Browser des iOS-Geräte
- Das Abspielverhalten des Videoplayers kann nicht beeinflusst werden
- Bei iOS können viele Funktionen des Smartphones nicht verwendet werden

4.1.2 Web-Apps und native Anwendungen mit HTML5 / PhoneGap

Für die Erstellung einer Internetseite wird die Hypertext Markup Language (HTML) verwendet. Schon seit 1997 existiert die 4. Version dieser Auszeichnungssprache und seit Anfang 2000 deren Weiterentwicklung XHTML auf Basis von XML. Noch immer befinden sie sich im Einsatz als Standard der Webprogrammierung. 2009 kommt das erste Mal die neue Generation HTML5 ins Gespräch, welche vorher, im Jahr 2004, unter dem Namen „Web Applications 1.0“ ins Leben gerufen wird.

Die neue Generation des HTML-Webstandards ermöglicht durch viele Neuerungen die Umsetzung diverser Web-Inhalte, welche vorher noch mittels Implementierung externer Anwendungen realisiert worden sind. So zum Beispiel können mit HTML5 dynamische Animationen erstellt oder Video und Audio in eine Webseite eingebunden werden. Bisher geschah dies meistens mit Adobe Flash oder anderer externer Software. Mittlerweile unterstützen die meisten gängigen Browser viele der neuen Technologien. Allerdings befindet sich diese Markup-Sprache noch in der Entwicklungsphase. HTML5 findet dennoch einen Platz in der Entwicklung von mobilen Applikationen, da diese Sprache einen Großteil der Elemente liefert, die ein Anwendungsentwickler für die Erstellung von GUI's benötigt.

Zur Gestaltung und Strukturierung der Oberflächen können CSS3 und Javascript verwendet werden. Diese Technologien werden in den Begriff der „HTML5 Web Apps“ mit eingeschlossen.

Es können Applikationen entwickelt werden, welche dem gewohnten Look & Feel von nativen Anwendungen gerecht werden, aber in dem integrierten Browser des Mobilgerätes laufen. Neben diesen sogenannten Webanwendungen lassen sich auch eigenständige Applikationen, ohne Abhängigkeit vom Browser, programmieren. Beide Varianten bringen Vor- und Nachteile mit sich, welche nachfolgend aufgezählt werden. (Vgl. [SPM11] S. 13f.)

Web-Applikationen

Web-Applikationen sind lediglich Webseiten, welche für die kleinen Bildschirme der Smartphones optimiert sind. Sie laufen im jeweiligen Browser eines mobilen Gerätes und sind aus diesem Grund auf eine funktionsfähige Internetverbindung angewiesen. (Vgl. [SPM11] S. 16)

Im Vergleich zu normalen nativen Anwendungen hier ein paar Vor- und Nachteile dieser Umsetzung:

Vorteile:

- Portabel auf alle gängigen mobilen Betriebssystemen, sofern sie die HTML5-Tags unterstützen
- Darstellung über einen Internetlink ohne aufwändige Bereitstellung im Online-Shop des jeweiligen Anbieters (App Store, Android Market, ...), demzufolge sind auch Aktualisierungen schnell und einfach umsetzbar
- Keine zusätzliche Software für das Erstellen der Webanwendung notwendig, einfacher Editor reicht für Web-Programmierung
- die Applikation muss nicht auf dem Gerät installiert werden
- Programmierung mit Windows, Mac OS X und Linux möglich
- mittels PHP kann eine dynamische Webseite erzeugt werden

Nachteile:

- HTML 5 befindet sich derzeit in der Entstehungs- und Entwicklungsphase, weshalb noch nicht alle Funktionen von allen Browsern unterstützt werden - Somit ist die Funktionalität der Anwendung abhängig vom Browser des mobilen Gerätes
- als Webseite ist die Applikation nicht so leicht auffindbar, wie eine im App Store eingetragene Anwendung
- Eine nicht auf dem Gerät installierte Applikation ist weniger präsent, als eine installierte, native Anwendung
- Funktionalitäten des Mobilgerätes können kaum, bis gar nicht in die Anwendung einbezogen werden

(Vgl. [BVA11])

Native Applikation mit PhoneGap

Native Anwendungen sind eigenständige Programme, welche auf dem mobilen Gerät installiert werden müssen. Mittels diverser Frameworks lassen sich aus HTML5, Javascript und CSS3 auch native Anwendungen für verschiedene Plattformen erzeugen. Das kanadische Unternehmen Nitobi Inc. stellt dafür die Open Source Lösung PhoneGap bereit. Für den Build-Prozess der Applikation wird allerdings die spezielle Entwicklungsumgebung der mobilen Plattform vorausgesetzt. Der Quelltext, welcher in HTML5, CSS3 und Javascript geschrieben ist, kann dabei lokal gespeichert werden und setzt somit keine Verbindung zum Internet voraus. Ein weiterer Vorteil von PhoneGap besteht darin, dass die Applikation plattform- und hardwarespezifische Funktionen des Mobilgerätes einbeziehen kann. Damit bietet dieses Framework den idealen Mittelweg für Anwendungen, welche in verschiedenen Umgebungen laufen sollen aber keine aufwendigen Smartphone-Ressourcen benötigen.

(Vgl. [SPM11] S. 14ff., 252)

Derzeit steht die Version 1.1.0 von PhoneGap zur Verfügung. (Stand: September 2011) Unterstützt werden aktuell die Betriebssysteme iOS, Android, Blackberry OS, Symbian und WebOS. Auch für das Mobile Phone sollen zukünftig native Applikationen entwickelt werden können. Eine Alternative zu PhoneGap bildet die Entwicklungsplattform Appcelerator Titanium. (Vgl. [SPG11])

Nachfolgend eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile dieser Entwicklung:

Vorteile:

- gute Integration der Funktionalitäten des Mobilgerätes (zBsp.: Kamera des Smartphones, Standort des Nutzers, ...)
- Sichtbarkeit und gute Möglichkeit der Verbreitung der Applikation im App Store, Android Market und in anderen Applikation-Stores
- da der Quellcode in HTML5, Javascript und CSS3 geschrieben wird, ist er auf alle Plattformen übertragbar
- großes Anwendungsfeld wird abgedeckt

Nachteile:

- Entwicklungsumgebungen der jeweiligen mobilen Plattform wird vorausgesetzt, PhoneGap erweitert diese lediglich
- Die Applikation und jedes einzelne Update unterliegen einem Genehmigungsprozess des jeweiligen Stores des Plattformanbieters, was bedeutet, dass es mehrere Tage in Anspruch nehmen kann und bestimmte Vorschriften eingehalten werden müssen
- höchst performante Anwendungen, wie 3D-Spiele, sollten doch besser in der spezifischen Programmiersprache geschrieben werden, da mittels dieser mehr Funktionen zur Verfügung stehen

Browser	Version des Browsers	Unterstützte Plattformen	Kompatibilität mit HTML5 und CSS 3	
			HTML5 Media-Tags	ausgewählte CSS 3 Funktionen
iOS Safari	Ab 3.2	Apple iOS	✓	✓
Android-Browser	Ab 2.1 / 3.0	Android	teilweise	teilweise
Internet Explorer Mobile	Ab 9.0	Windows Phone 7	✓	teilweise
Firefox Mobile	Ab 3.5	Android	✓	✓
Opera Mini	Alle	Apple iOS Android Windows Phone 7 Symbian Blackberry OS	x	teilweise
Opera Mobile	Ab 11.0	Android Symbian Windows Phone 7	✓	✓

Tabelle 9: Unterstützung ausgewählter mobiler Browser mit dem HTML5 Audio/Video-Tag und einiger CSS 3 Funktionen

(Vgl. [MOZ11], [WCI11], [OMM11])

In Tabelle 9 sind Informationen über die allgemeine Kompatibilität der verschiedenen Browser mit dem Media-Tag von HTML5 sowie CSS 3 zu finden. Bei der Unterstützung des Video- beziehungsweise Audio-Tags ist weiterhin zu beachten, welche Formate der Browser abspielen kann. Diese Frage ist bereits unter 3.3.4 des Media Streaming Kapitels geklärt worden.

4.1.3 Objective-C, Java Android, Silverlight/C#

Jedes mobile Betriebssystem bringt seine eigenen Techniken für die Entwicklung nativer Applikationen mit sich. So zum Beispiel wird für iPhone-Anwendungen die Programmiersprache Objective-C verwendet. Außerdem ist es sinnvoll mit dem Betriebssystem Mac zu arbeiten, um auf die vorhandenen Bibliotheken zugreifen zu können.

Die Entwicklungsumgebung Xcode lässt sich kostenlos auf der Apple Developer Seite herunterladen.

Um für das Windows Phone 7 Anwendungen zu entwickeln, wird wiederum eine andere Programmiersprache vorausgesetzt. Dabei handelt es sich standardmäßig um C#, weshalb für die Kompilierung des Quellcodes Microsofts Desktop-Betriebssystem Windows benötigt wird. Für die Symbian-Systeme wird mittels C++ programmiert und auch hier eignet sich Windows am besten als Entwicklungsumgebung.

Bedingung für die Entwicklung von Android-Applikationen sind das Android SDK und Java SDK sowie eine entsprechende Entwicklungsumgebung wie Eclipse. Die selben Ansprüche stellt auch BlackBerry. Dabei ist es möglich, auf allen gängigen Desktop-Betriebssystemen zu entwickeln.

Werden die Applikationen also mit jeweils ihrer spezifischen Programmiersprache und Entwicklungsumgebung erstellt, liegen die Nachteile bereits auf der Hand: Für jede mobile Plattform muss eigener Quellcode produziert werden, weshalb der Aufwand für eine Cross-Plattform-Anwendung immens groß ist. Dafür können wiederum die Funktionen des jeweiligen mobilen Betriebssystems voll ausgereizt werden.

Die nachfolgenden Stichpunkte fassen Vor- und Nachteile dieser Herangehensweise zusammen.

Vorteile von plattform-spezifischer Entwicklung:

- optimale Ausnutzung aller zur Verfügung stehenden Funktionen und Oberflächenelemente
- Die Applikationen lassen sich im jeweiligen App Store veröffentlichen und vertreiben – Demzufolge sind sie gut sichtbar und lassen sich gut verbreiten

Nachteile von plattform-spezifischer Entwicklung:

- Programmcode für ein mobiles Betriebssystem, beispielsweise Objective-C-Quelltext für iOS-Geräte, lässt sich nicht für weitere Plattformen verwenden und muss dafür komplett neu programmiert werden – außerdem müssen alle Programmiersprachen erlernt und die Entwicklungsumgebungen verstanden werden
- Voraussetzung des Betriebssystems Mac OS X für iOS-Programmierung und Microsoft Windows für Windows Phone Applikationen

4.1.4 Fazit

Da die mobile Applikation möglichst flexibel für andere Plattformen neben iOS angepasst werden soll, steht die Verwendung der spezifischen Programmiersprachen und Entwicklungsumgebungen außer Frage. Auch die Nutzung von Flash ist nicht sehr vorteilhaft, da die Kompatibilität mit den mobilen Betriebssystemen eher wenig verbreitet ist. Zwar will Adobe die Funktionsfähigkeit von Flash in Zukunft auf allen mobilen Plattformen voranbringen, die meisten der Plattformanbieter entschieden sich aber bisher gegen die Unterstützung von Flash. Das liegt vor allem daran, dass große Hoffnung in HTML5 gesetzt wird. Aus diesem Grund ist die Arbeit mit dem neuen Webstandard eine sehr effektive Variante der Programmierung dieser Anwendung. Mit dieser Herangehensweise wird die Portabilität auf andere mobile Betriebssysteme am besten gewährleistet. Auch die Sicherheit, dass in Zukunft alle Browser der Smartphones diese Technologie unterstützen, spricht für die Programmierung mit HTML5. Vor allem die iOS-Browser sind bei HTML5 und CSS 3 immer auf dem aktuellsten Stand, da Apple aktiv an dem neuen Webstandard mitwirkt.

Bei der Frage ob eine Web-Applikationen oder eine nativen Anwendung besser ist, fällt die Wahl auf letztere Variante. Anfangs war die Verwendung von PhoneGap geplant. Da dieses Entwicklungswerkzeug allerdings auch die einzelnen IDE's der mobilen Betriebssysteme für den Build-Prozess voraussetzt und auch sonst keine weiteren Vorteile für die Umsetzung dieser Bachelorarbeit bringt, wird auf PhoneGap verzichtet. Stattdessen werden die Webseiten, welche sich auf einem externen Server befinden, in eine sogenannte WebView des mobilen Gerätes eingebunden. Diese WebView stellt eine Schnittstelle zu den Browsern der mobilen Geräte dar, verzichtet allerdings auf die standardmäßig vorhandenen Textfelder für URL- und Sucheingaben. Festzuhalten ist, dass für eine andere Anwendung mit integrierten Smartphone-Funktionen PhoneGap ein äußerst hilfreiches Tool darstellt.

Bei dem gewählten Lösungsansatz besteht zwar der Nachteil, dass jede Applikation in entsprechender Entwicklungsumgebung erstellt werden muss, dennoch bleibt der Programmieraufwand gering. Lediglich der Quelltext für eben diese WebView und das Einbinden der Webseiten ist in der expliziten Programmiersprache zu erstellen. Der eigentliche Inhalt, welcher über die Internetseiten geliefert wird, bleibt gleich. Durch das Einbinden externer Webdokumente, kann die serverseitig interpretierte Skriptsprache PHP eingesetzt werden, welche die Anwendung dynamisch macht.

Der Vorteil, dass sich die Applikation in den jeweiligen App Stores veröffentlichen lässt und auf den Mobilgeräten installiert werden muss, garantiert einen schnellen Zugriff und einen hohen Wiedererkennungswert. Auch die Tatsache, dass Inhaltsanpassungen einfach vorgenommen werden können ohne die Applikation jedes Mal neu im App Store hochladen zu müssen, erzielt ein immenses Zeitersparnis.

Aus genannten Gründen wird die Applikation mithilfe der neuen Webstandards HTML5 und CSS3 programmiert und als native Anwendung in einer WebView des jeweiligen mobilen Betriebssystems implementiert.

4.2 Der Media Streaming Server

Für die Realisierung der Video-Streams wird ein Server benötigt, welcher diesen Dienst übernimmt. Bei der NC3 GmbH kommt dafür bereits seit einiger Zeit der Wowza Media Server zum Einsatz, welcher bereits im dritten Kapitel näher beschrieben wurde. Dieser Streaming-Server deckt alle für diese Bachelorarbeit notwendigen Medienformate ab, um die gängigsten mobilen Geräte mit dem gewünschten Videomaterial zu versorgen.

Da das Unternehmen, für welches diese Anwendung entsteht, schon mit dem Wowza Server arbeitet, wäre es nicht sinnvoll einen weiteren Streaming-Server in Anspruch zu nehmen. Nicht nur, dass der Wowza Server mit seinem Leistungsspektrum die Anforderung bezüglich des Media-Streamings abdeckt, auch ein erhöhter Zeitaufwand durch doppeltes Hochladen der Videos wird vermieden. Auch der finanzielle Aspekt ist in Betracht zu ziehen. Da die NC3 GmbH schon Lizenzen für diesen Server besitzt, können diese für die Umsetzung der Arbeit mit verwendet werden.

Die von Apple gestellten Anforderungen, was Video-Streaming für iOS betrifft, lassen sich ebenfalls mit dem Wowza Media Server umsetzen. Die Rede ist von dem adaptive Streaming und das Unterteilen des Video-Streams in einzelne Segmentdateien.

In Verbindung mit dem Amazon Cloud Service EC2, mit welchem sich Serverinstanzen verschiedenster Größe und Konfigurationen dynamisch zusammenstellen lassen, wird das zur Verfügung stellen der Videos erheblich vereinfacht. Gerade das sogenannte Cloud Computing erleichtert die Verwaltung von Servern und ermöglicht das individuelle anpassen seiner Anforderungen an deren Hardware für eine optimale Ausnutzung.

5 Entwurf und Implementierung

Wie im vorherigen Kapitel erörtert, wird die mobile Applikation aus externen Webseiten bestehen, welche über eine WebView des jeweiligen Smartphone-Betriebssystems eingebunden werden. Die Webdokumente wiederum liefern das Layout und die Inhalte, welche extern verwaltet werden. So kann die Applikation einfach angepasst werden

In diesem Kapitel wird der Entwurf der Applikationsstruktur vorgestellt und auf die Umsetzung der in Kapitel 2 gestellten Anforderungen an die Anwendung eingegangen.

5.1 Datenkommunikation

Die Applikation bezieht ihre Informationen von zwei wesentlichen Servern, wie in nachfolgender Abbildung veranschaulicht.

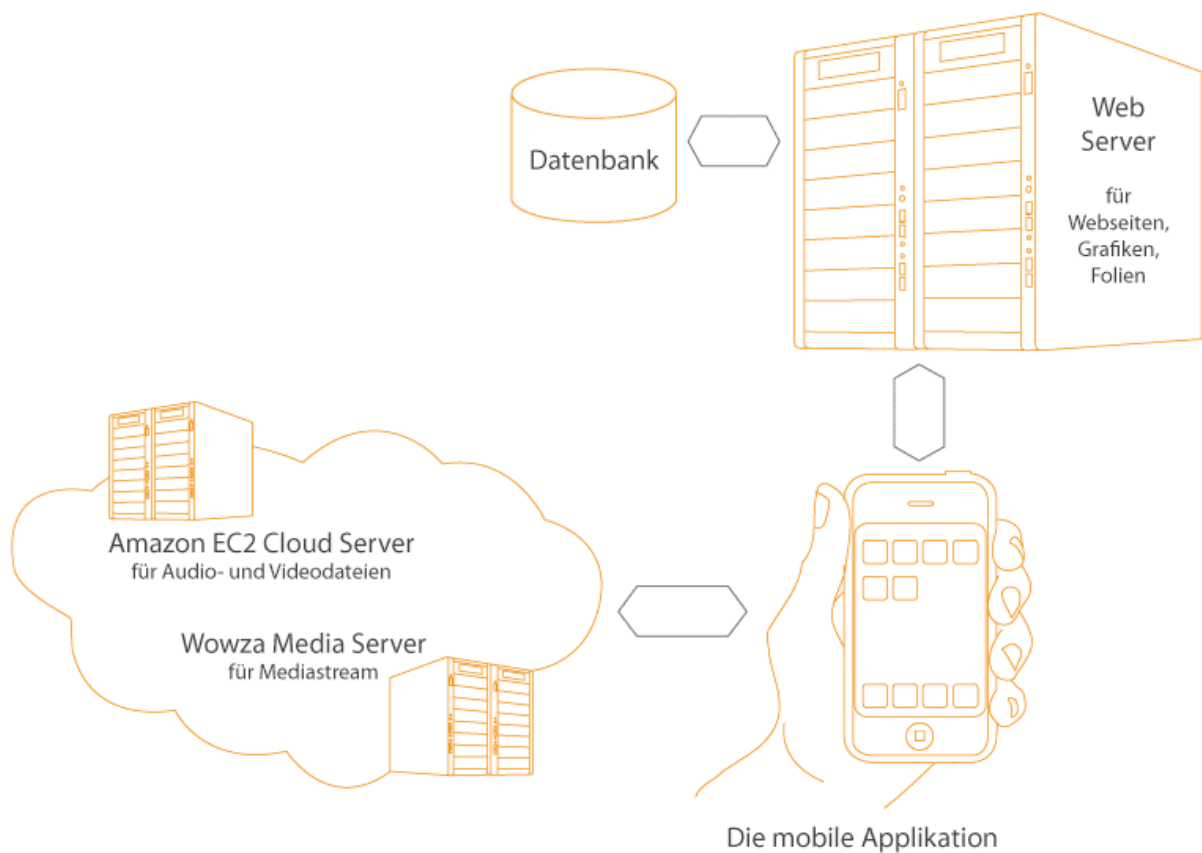


Abbildung 9: Aufbau der Serverumgebung

Auf dem Server der Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) befinden sich die Audio- und Videodateien im On-Demand-Format, die über den Wowza Media Server gestreamt werden. Bei einer Liveübertragung wird direkt über den Wowza Server gestreamt.

Der Webserver beinhaltet die Webdokumente, welche die Benutzeroberfläche ergeben, die Model-Klassen für den Zugriff auf die Applikationsinhalte und die Controller, sprich die Schnittstelle zu der Datenbank. Außerdem werden auf diesem Webserver die Folien, Grafiken und andere Dateien für den Inhalt der Anwendung abgelegt.

In der MySQL-Datenbank werden alle notwendigen Informationen zusammengefasst. Dazu gehören die einzelnen Kunden, also die Unternehmen, welche die Applikation verwenden, inklusive ihrer zugeordneten Events. Auch die Links zu den Veranstaltungsvideos, Audiomitschnitten und Folienbildern sind in der Datenbank zu finden.

Letztendlich erhält die Applikation auf dem mobilen Gerät seine Inhalte über die, auf dem Datenserver befindlichen, externen Webseiten.

5.2 Workflow

Jede Applikation ist einem Unternehmen zugeordnet und enthält eine Auswahl der letzten gestreamten Firmenevents. Bei dem Entwurf der Anwendung sind verschiedene Workflows konzipiert worden, welche in Anhang 1 zu finden sind. Dabei ist der folgende der beste:

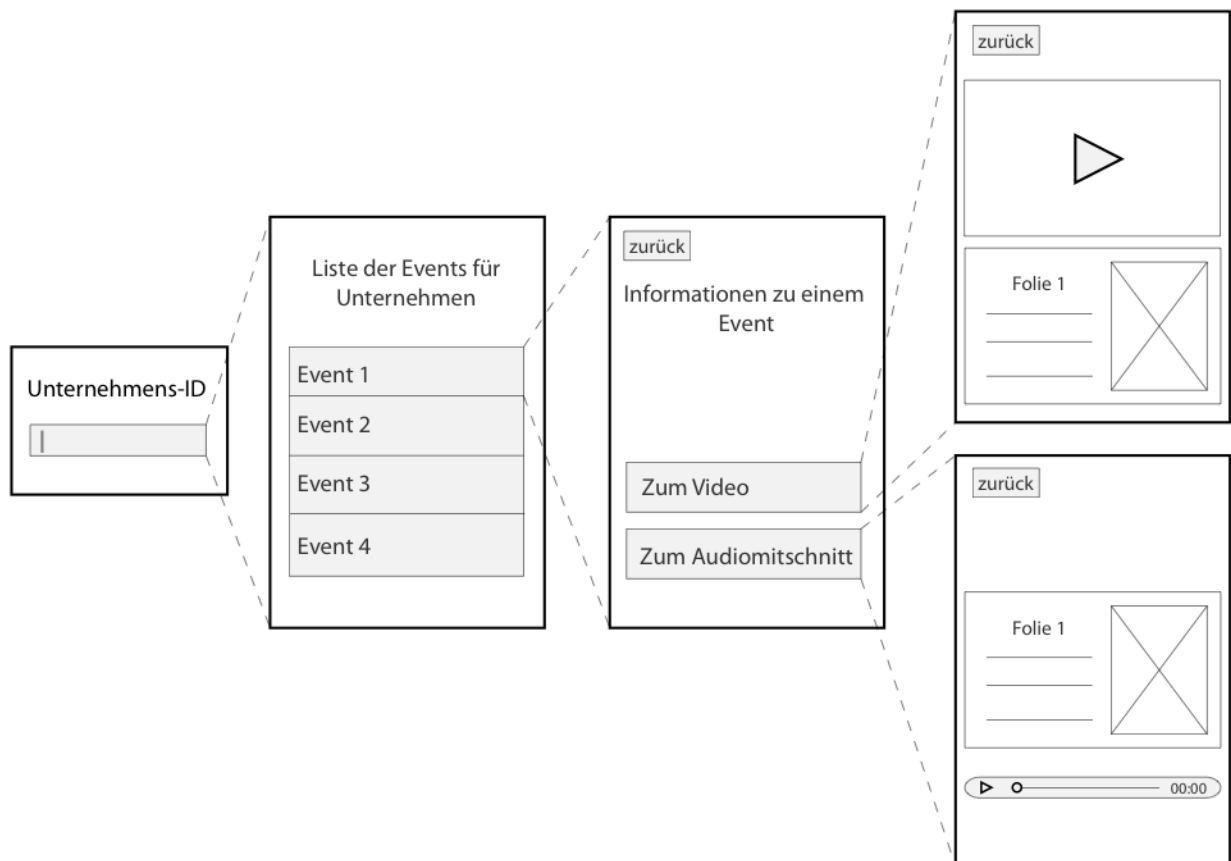


Abbildung 10: Skizze zum Workflow für die Applikation

Nach dem Installieren der Applikation auf dem Mobilgerät muss sich der Anwender zunächst mit einer Art Seriennummer ausweisen, damit ihm ein Unternehmen eindeutig zugeordnet werden kann. Diese einmalige Eingabe ordnet der Anwendung die richtigen Informationen zu. Ab diesem Moment wird die erste Ansicht der Applikation eine Liste der aktuellsten Events des Unternehmens liefern, aus welcher die gewünschte Veranstaltung ausgewählt werden kann. Nach Klick auf einen der Buttons gelangt der Anwender auf eine Informationsseite mit Beschreibung, Ort und Datum des Events. Unter diesen Informationen befinden sich zwei Schaltflächen für die Wahl eines Wiedergabemediums. Entscheidet sich der Nutzer für das Video zu der Veranstaltung, kommt er auf eine neue Benutzeroberfläche. Auf dieser befindet sich das Video sowie die Präsentationsfolien. Den Link zu dem Audiomitschnitt findet der

Anwender unter dem Video-Button auf der Informationsseite. Darüber gelangt er auf eine Ansicht mit Audioplayer und Foliendarstellung. Zusatzfunktionen, wie die Wahl aus vorgegebenen Breakpoints, also Zeitsprüngen innerhalb der Tonspur oder des Videos, müssen bei Bedarf mit in die Oberfläche integriert werden.

Außer bei der Startseite der Applikation, befindet sich im Header-Bereich eine Schaltfläche, welche den Anwender immer wieder einen Schritt zurück transportiert.

5.3 Interface Design

Nachdem der Workflow entworfen ist, geht es an die grafische Umsetzung der einzelnen Oberflächenelemente. Im Grunde soll die Applikation immer in 2 optische Teile gegliedert werden. Ein Header-Bereich, welcher den oberen Rand einer Anzeige ausfüllt, soll den Namen der jeweiligen Seite beinhalten. Außerdem soll der Anwender über eine Schaltfläche einen Schritt zurück navigieren können. Befindet er sich beispielsweise auf der Informationsseite eines bestimmten Events, soll er die Möglichkeit bekommen, zurück zu der Auswahl aller verfügbaren Veranstaltungen zu gelangen. Der zweite Bereich einer Anzeige stellt die eigentlichen Informationen dar.

Die Benutzeroberflächen sollen dem kleinen Bildschirm der Smartphones sowie den etwas größeren der Tablet-PC's angepasst werden. Aus diesem Grund ist die Menge an grafischen Elementen pro Anzeige gering gehalten.

Bei der Darstellung der Oberflächen wird das Smartphone sowohl im Hochformat, als auch im Querformat betrachtet, welche auf den nächsten Seiten zusammengefasst werden.

Eventauswahl

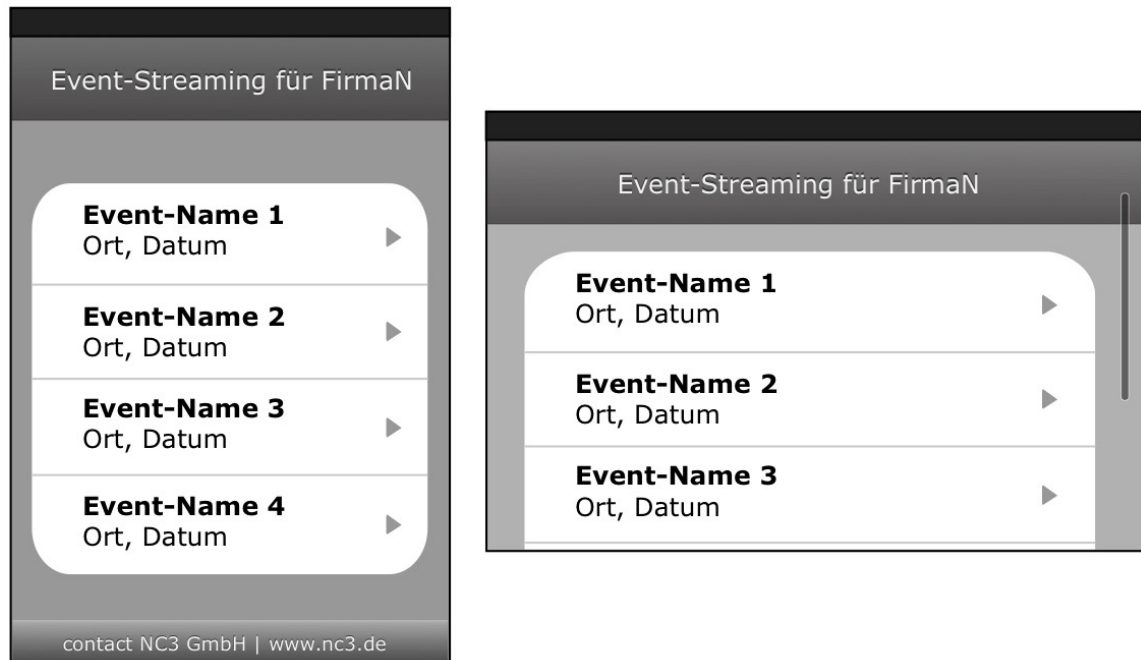


Abbildung 11: Anzeige für die Liste aller Events eines Unternehmens

Detailansicht eines Event

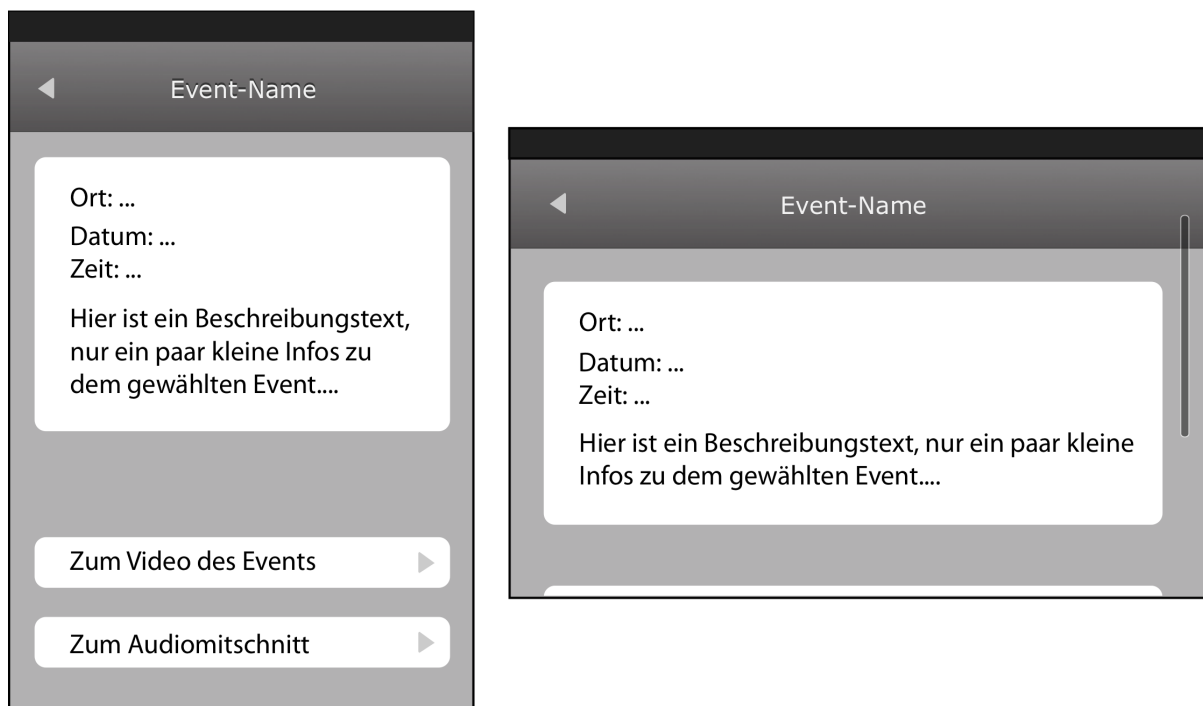


Abbildung 12: Informationsbildschirm eines ausgewählten Events

Videoanzeige

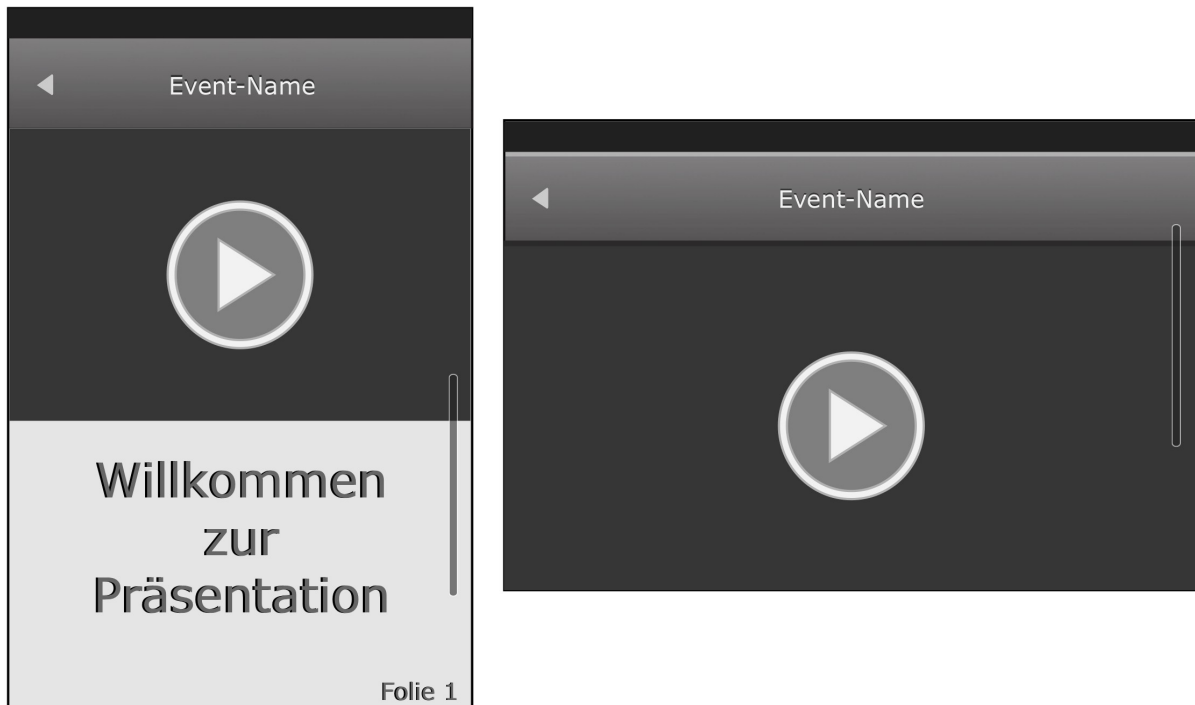


Abbildung 13: Benutzeroberfläche zur Wiedergabe des Veranstaltungsvideos inklusive der Präsentationsfolien

Audiowiedergabe



Abbildung 14: Oberfläche für Wiedergabe des Audiomitschnitts und Anzeige der Folien sowie Auswahlfeld der einzelnen Zeitsprünge

5.4 Datenbankschema

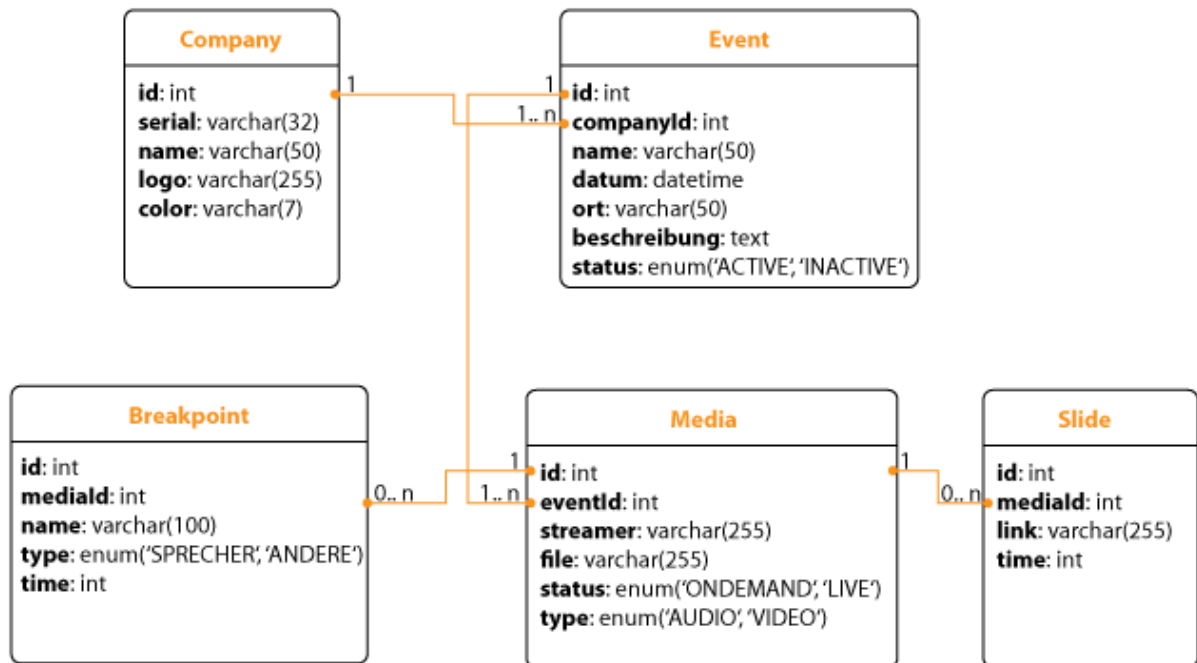


Abbildung 15: Die Datenbanktabellen und deren Beziehungen

Die Tabellen der Datenbank bestehen aus Informationen des Unternehmens, und deren Veranstaltungen, denen wiederum multimediale Inhalte zugeordnet sind. Die Media-Elemente bilden Videos oder Audiomitschnitte. Zusätzlich können sie optionale Eigenschaften, wie die Zuordnung von Präsentationsfolien sowie von Zeitsprüngen, erhalten.

Ein Objekt der Company-Tabelle, also ein eingetragenes Unternehmen, enthält eine eindeutige Identifikationsnummer. Über diese lassen sich ein oder mehrere Events zuordnen. Außerdem verfügt ein Unternehmen über einen Firmennamen, optional auch über einen Link zu einem Logo sowie einem Farbcode für den Hintergrund der Applikationsanzeigen. Besonders wichtig ist außerdem die Seriennummer, welche als Art Zugangscode zu einem bestimmten Unternehmen verstanden werden muss. Nur wenn der Anwender die Seriennummer seines Unternehmens kennt und richtig in der Applikation eingibt, kann er auf nachfolgende Informationen Zugriff erlangen.

Auch ein Event erhält eine ID, um dieses später mit mindestens einem Media-Inhalt zu verknüpfen. Die CompanyId bildet den Fremdschlüssel zu der ID aus der Company-Tabelle. Darüber hinaus wird das Event mit einem Namen, einem Datum, einem Veranstaltungsort, sowie einer Beschreibung bestückt. Der Status, welcher entweder auf 'ACTIVE' oder

'INACTIVE' gesetzt werden kann, bestimmt die Sichtbarkeit der Veranstaltung in der Applikation.

Die Tabelle Media beinhaltet Objekte, welche Video- oder Audiomitschnitte eines Events definieren. Ausschlaggebend für die Wiedergabe eines solchen Media-Elements ist ein Link auf dessen Quelldatei, zusammengesetzt aus dem Server (streamer) und dem Namen (file) der Datei. Der Status gibt an, ob es sich bei dem Video-, Audiomitschnitt um einen Livestream, oder eine On-Demand-Datei handelt. Die Art des Media-Elements verrät der Eintrag type. Dem Media-Inhalt kann außerdem ein Foliensatz der Präsentation zugeordnet werden, sowie eventuelle Zeitsprünge, mittels welchem der Anwender zu verschiedenen Stellen im Video springen kann. Über den Parameter time lässt sich sekundengenau deren Position im Video-Audiomitschnitt definieren.

5.5 Klassenkonzept

Die Anwendung ist nach dem Model-View-Controller-Prinzip aufgebaut. Die Model-Klassen sind äquivalent zu den Datenbanktabellen. So gibt es jeweils eine Klasse für Company, Event, Media, Slide und Breakpoint. Als Controller fungiert zum einen der DBController, welcher eine Verbindung zu der Datenbank herstellt und Zugriff auf jedes notwendige Objekt ermöglicht. Dafür werden ausreichend Getter-Methoden angeboten. Weiterhin kommt der CookieController zum Einsatz, mit welchem überprüft wird, ob die vom Anwender eingegebene Seriennummer mit einem in der Datenbank registriertem Unternehmen übereinstimmt. Dabei wird bei Aufruf jeder Anzeige der Applikation überprüft, ob der Nutzer entsprechende Zugriffsrechte besitzt.

Für die View, also die Darstellung der Informationen in der Applikation, sind die Dateien install.php, company.php, event.php und media.php zuständig. Die Anzahl der View-Dokumente verrät dabei die Anzahl der Anzeigeseiten. Die install.php wird dann aufgerufen, wenn der Anwender noch keine Seriennummer zu einem Unternehmen eingegeben hat. Dabei öffnet sich ein Eingabefenster zur Abfrage dieser Identifikation. Ansonsten bildet die company.php die Startseite der Anwendung mit der Auflistung der Events des Unternehmens. Die event.php beinhaltet die Informationen eines einzelnen Events. Zusätzlich sind auf dieser Anzeige die Links zu den medialen Inhalten zu finden. Über diese gelangt der Anwender auf die Video- beziehungsweise Audioseite der mobilen Applikation, welche mittels media.php dargestellt wird. Falls ein Fehler auftritt, erscheint der Error-Bildschirm über die error.php.

Optisch aufbereitet wird die Benutzeroberfläche über CSS3. In Abbildung 16 sind alle Klassen mit ihren Attributen und Methoden zusammengefasst.

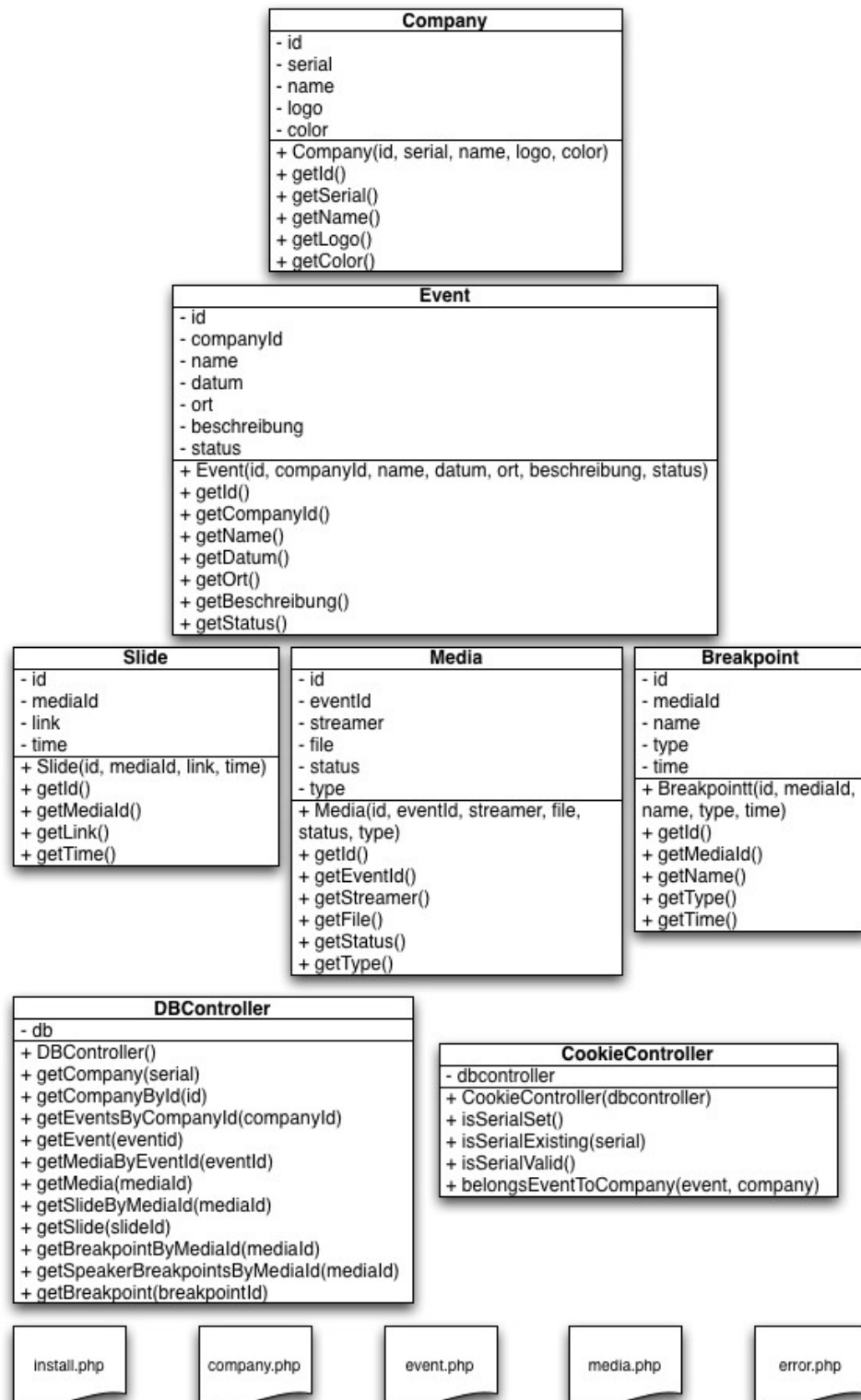


Abbildung 16: Klassen nach dem Model-View-Controller-Prinzip

5.6 Umsetzung der Anforderungen

Die in dem Kapitel zur Anforderungsanalyse zusammengefassten Ansprüche an die Applikation werden wie folgt umgesetzt:

AF101 - Größe der Anzeigen an geringe Auflösung der Mobilgeräte anpassen

Wichtig für eine mobile Applikation ist das Abstimmen der Benutzeroberfläche an die Größe des Smartphone- und Tablet-Computer-Displays. Darum kümmert sich die WebView, welche den gesamten Inhalt der Webdokumente, angepasst an die geringe Auflösung, anzeigt. Das typische Heranzoomen bei den Smartphones wird dabei deaktiviert, da die Schrift ausreichend groß und die Anzeigeelemente übersichtlich gestaltet wird.

AF102 - Wenige Grafiken und kurze Texte für eine bessere Übersicht

Grafiken kommen in dieser Applikation kaum vor, bis auf die Präsentationsfolien der Veranstaltungsredner.

Lange Texte sind für die Applikation nicht eingeplant. Den größten Textumfang beinhaltet die Informationsseite zu einem spezifischen Event. Aber über einen kurzen Beschreibungstext und ein paar weitere Angaben geht es nicht hinaus.

AF103 - Schaltflächen an Bedienung mit Fingern auslegen

Die Buttons der mobilen Anwendung werden dem Touchscreen angemessen gestaltet. Die Schaltflächen im Header-Bereich, welche den Anwender einen Schritt zurück bringen, fallen etwas kleiner aus. Aber trotz dieser Größe lassen sie sich gut bedienen.

AF104 - Texteingaben vermeiden

Die einzige Stelle, an der von dem Anwender Text eingegeben werden muss, ist die Seriennummer bei erstmaligem Starten der mobilen Applikation. Für die Identifizierung seines Unternehmens muss der Kunde, welcher sich die Applikation von dem App Store des jeweiligen Betriebssystems heruntergeladen hat, einen eindeutigen Code, die Seriennummer, eingeben. Diesen erhält das Unternehmen von der NC3 GmbH. Die ID sorgt dafür, dass der Applikation die richtigen Informationen zugeordnet werden und der Anwender nicht Daten eines anderen Unternehmens erhält.

AF105 - Einfache Navigation durch die Applikation

Auf jeder Seite der Anwendung befinden sich Buttons, welche den Nutzer voranbringen. Die Anzahl an Klicks bis zur Anzeige der Video- oder Audioanzeige ist gering gehalten, weshalb diese Hauptfunktion schnell erreicht werden kann. Auch das Zurück-Navigieren wird dem Anwender dank logisch platzierter Schaltflächen erleichtert.

AF106 - Anpassung der multimedialen Inhalte an Qualität des Internet

Um der Übertragungsgeschwindigkeit des Internets gerecht zu werden und dem Anwender eine bestmögliche Wiedergabe zu gewährleisten, werden Videos mit verschiedenen Bandbreiten enkodiert und auf dem Datenserver abgelegt. Über eine Funktion des Wowza Media Servers lässt sich das entsprechende Video der angemessenen Internetqualität zuordnen und automatisch umschalten. Dafür kommt die SMIL-Datei zum Einsatz, welche die unterschiedlich qualitativen Streams den gewünschten Bandbreiten zuordnet.

AF201 - Anzeige aller Events eines Unternehmens

Auf der Startseite der Applikation stehen alle aktiven Events eines Unternehmens in Form einer Liste zur Verfügung. Events, welche in der Datenbank als *INACTIVE* markiert sind, werden nicht auf dieser Seite angezeigt.

AF202 - Informationsanzeige zu einem Event mit Ort, Datum, Uhrzeit und eventueller Beschreibung

Wählt der Anwender über die Startseite eines der Events aus, gelangt er auf eine Informationsanzeige. Diese beinhaltet mindestens den Veranstaltungsort, das Datum und die Zeit des Events. Die ersten beiden Angaben sind, neben dem Veranstaltungsnamen, bereits auf der Startseite zusammengefasst. Zusätzlich kann die Informationsseite eine nähere Beschreibung zu dem Event liefern.

AF203 - Anzeige des Videos/der Audiodatei

Mindestens eines der beiden medialen Elemente stehen pro Event zur Verfügung. In manchen Fällen kann der Anwender auf sowohl Video als auch Audiomitschnitt zurückgreifen. Für beide Streams gibt es eine eigene Anzeige.

AF204 - Auswahl von Markierungen, um an bestimmte Stellen des Videos oder der Tonspur zu springen

Einem Video oder einer Audiodatei können mehrere Markierung zugeordnet werden. Neben einer Bezeichnung und der Sekundenangabe, zu der das Video springen soll, muss weiterhin ein Typ definiert werden. Standard-Typ ist *SPRECHER*, was so viel bedeutet, dass der Anwender bei Auswahl einer solchen Markierung an die Stelle des Films springt, an welcher gewählter Redner beginnt zu referieren. Auf der Video- oder Audioanzeige werden Drop-Down-Menüs angezeigt, welche alle Markierungen gleichen Typs beinhaltet. Gibt es nur Sprecher-Markierungen existiert also nur ein Drop-Down-Menü.

AF205 - Präsentationsfolien zu den Events sollen neben den Videos/Audiodateien mitlaufen

Existieren zu einer Veranstaltung Präsentationsfolien, erscheinen diese in der Video- und Audioanzeige. Jeder einzelnen Folien wird eine Zeit in Form von Sekunden zugeordnet. Diese gibt an, wann das Bild an welcher Stelle des Videos zu wechseln hat. Befindet sich das Smartphone im Hochformat, werden die Folien und das Video gleichzeitig angezeigt. Wird das Mobilgerät allerdings in horizontale Position geneigt, nimmt das Video einen größeren Anteil der Anzeige ein und die Folien sind durch das Abwärtsscrollen zu erreicht.

AF206 - Inhalte der Applikation sind an Unternehmen angepasst

Da die Applikation ihre Inhalte über externe Webdokumente bezieht, die darüber hinaus dank PHP dynamisch erzeugt werden können, können jedem Unternehmen die richtigen Informationen zugewiesen werden. Wie in AF104 bereits beschrieben, muss sich der Anwender nach Installation der Applikation mit einer Seriennummer einloggen. Ist diese erst einmal als Cookie auf dem Gerät gespeichert, muss sie nicht nochmal eingegeben werden. Ab diesem Zeitpunkt wird die Eventauswahl des Unternehmens als Startseite angezeigt.

AF207 - Das Video/die Tonspur soll gestartet werden können

Die Standard-Controls des HTML5-Media-Tags beinhalten einen Play-Button, welcher das Video beziehungsweise die Audiodatei startet.

AF208 - Das Video/die Tonspur soll angehalten werden können

Die Standard-Controls des HTML5-Media-Tags beinhalten einen Pause-Button, welcher das Video beziehungsweise die Audiodatei anhält.

AF209 - Bei einem On-Demand-Video/einer On-Demand-Audiodatei soll es möglich sein, über die Zeitleiste zu verschiedenen Stellen des Videos/Audiomitschnittes zu springen

Die Standard-Controls des HTML5-Media-Tags beinhalten neben einem Fortschrittsbalken einen Navigationsknopf, welcher sich auf diesem verschieben lässt. Bei On-Demand-Videos kann der Anwender so zu beliebigen Zeiten des Videos oder Audiomitschnittes springen.

AF210 - Anzeige der aktuellen Spielzeit beziehungsweise der Gesamtlänge des On-Demand-Videos/Audiomitschnittes

Die Standard-Controls des HTML5-Media-Tags beinhalten zwei Zeitangaben. Nur bei der On-Demand-Variante erhält der Anwender Information zu der Gesamtlänge und aktuellen Spielzeit des Media-Streams.

5.7 Das Ergebnis aus Sicht der Anwender

Im Laufe dieser Bachelorarbeit ist eine mobile Applikation entstanden, welche in Zukunft für den Anwender über den App Store heruntergeladen werden kann. Nach erfolgreicher Installation gelangt der Nutzer mittels Klick auf das Programmicon, abgelegt auf dem Hauptbildschirm des Mobilgerätes, auf die Startseite der Applikation. Bei erstmaligem Öffnen muss, wie bereits mehrfach erwähnt, eine Seriennummer eingegeben werden, um die Unternehmensinformationen zugewiesen zu bekommen. Daraufhin kann frei durch die Anwendung navigiert werden. Dabei wählt der Nutzer aus einer Liste seiner Unternehmensevents eine Veranstaltung aus, um zu dieser nähere Informationen abzurufen. Neben Veranstaltungsort, Datum und Beschreibung findet der Anwender auf dieser Seite die Hauptfunktion der Applikation wieder: Die Möglichkeit das Event als Video live mitzuverfolgen oder später als On-Demand-Video beliebig oft wiederzugeben. In manchen Fällen wird zusätzlich ein Audiomitschnitt angeboten. Für jeden multimedialen Beitrag ist eine eigene Anzeige eingerichtet. Bedient wird das Programm typischerweise über einen Touchscreen.

6 Zusammenfassung und Fazit

Erreichte Ziele

Die Hauptfunktion, dass Videos von Unternehmensveranstaltungen über eine Applikation auf mobile Geräte gestreamt werden können, ist in dieser Arbeit umgesetzt worden. Sowohl bei On-Demand-Videos als auch als Liveübertragung. Für das Streaming wird der Wowza Media Server eingesetzt. Dieser unterstützt neben der Videosegmentierung, die für iOS vorausgesetzt wird, auch das Filtern der Verbindungsstärke mit dem Internet, um die Videoqualität daran anzupassen. Neben den Videos werden auch Audiomitschnitte angeboten, damit der Anwender auch bei schlechtester Internetbandbreite das Event verfolgen kann.

Bei der Auseinandersetzung mit der Verbreitung mobiler Betriebssysteme für Smartphones und Tablet-Computer ist herausgekommen, dass Apple mit iOS schon lange nicht mehr die Vorherrschaft besitzt. Vielmehr hat sich Googles Android diesen Platz innerhalb kurzer Zeit erarbeitet. Auch Windows Phone und weitere mobile Plattformen erlangen einen immer größeren Marktanteil. Auf Grund dieser Entwicklung ist schnell klar gewesen, dass die gewünschte Applikation nicht auf iOS beschränkt bleiben kann, sondern darüber hinaus auf solchen Geräten mit Android oder zukünftig auch auf weiteren, wie Windows Phone, laufen soll. Diese Portabilität ist mit Einsatz von HTML5 umgesetzt worden. Der Quellcode kann so flexibel auf diverse mobile Betriebssysteme übertragen werden. Lediglich in eine WebView der spezifischen Umgebung muss der Inhalt eingebunden werden. Diese verschiedenen integrierten Techniken machen die Applikation zu einer verteilten Anwendung.

Außerdem ist es gelungen eine einzige Applikation, je mobilem Betriebssystem, für verschiedene Unternehmen zur Verfügung zu stellen. Über eine eindeutige Seriennummer kann sich der Anwender nach erstmaligem Starten der Applikation anmelden und erhält die unternehmenszugehörigen Informationen auf sein Mobilgerät.

Neben der Videowiedergabe sind zusätzliche Funktionen dazugekommen, wie die Anzeige und das gleichzeitige Mitlaufen von Präsentationsfolien sowie Kapitelsprünge innerhalb von Video- oder Audiomitschnitt.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass nicht nur die eingangs gesetzten Anforderungen an die Applikation umgesetzt worden sind. Gerade die Möglichkeit, die Anwendung auf andere

mobile Betriebssysteme zu übertragen, übertrifft die ursprünglichen Ziele dieser Bachelorarbeit.

Ausblick und Weiterentwicklung

Im Hinblick auf die Weiterentwicklung dieser mobilen Applikation steht zunächst die Übertragbarkeit auf andere Systeme im Vordergrund. Neben den bisher einbezogenen mobilen Betriebssystemen, sollen auch für weitere eine App entstehen. Zumal in Zukunft viele neue solcher mobile Plattformen entstehen werden und auch die Kompatibilität der Browser mit HTML5 zunehmen wird.

Des weiteren ist geplant, die Anwendung mit zusätzlichen Funktionen auszustatten. Dazu gehört beispielsweise die Passwortabfrage vor einzelnen Events, ähnlich wie die ID-Eingabe bei erstmaligem Starten der mobilen Applikation. Außerdem kann die Informationsseite einer Veranstaltung um Programminfos, PDF-Download der Folien oder zusätzlichen Inhalt erweitert werden. Bei manchen Veranstaltungen soll auch die Interaktivität mit den Betrachtern der Videostreams gefördert werden, indem ein Chat in die Anwendung integriert wird. Neben dieser Funktion kommen auch noch weitere Features hinzu, welche die mobile Applikation wesentlich komplexer macht.

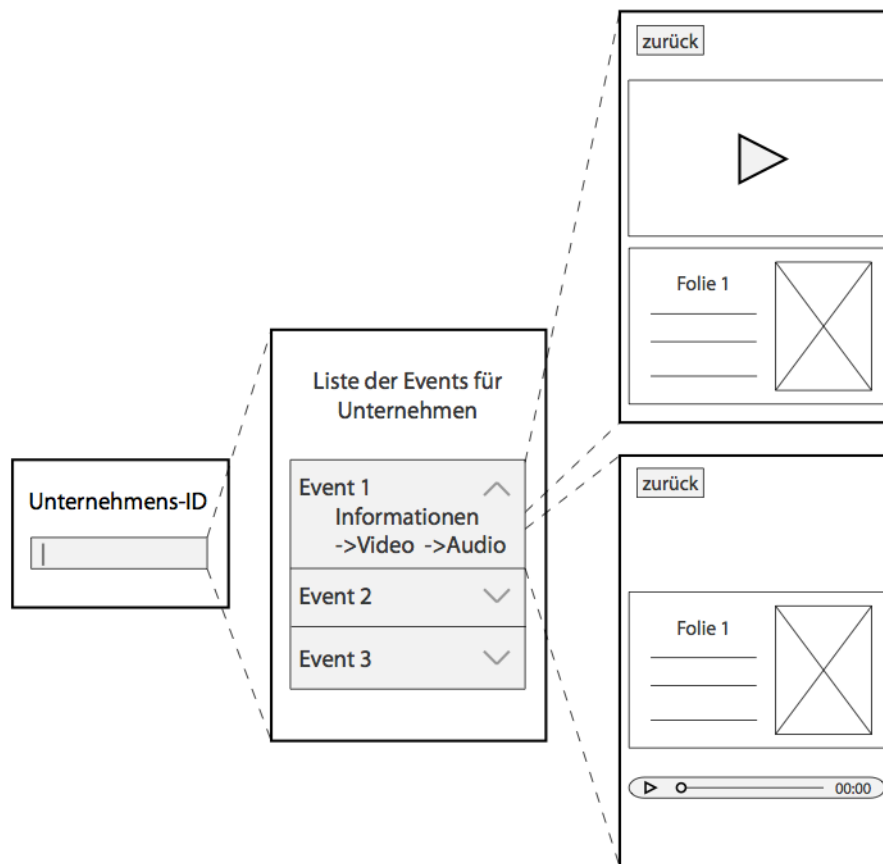
Zur Zeit werden die Informationen manuell der Datenbank hinzugefügt, was auf Grund der wenigen Einträge noch machbar ist. Wenn die Applikation allerdings bei vielen Kunden zum Einsatz kommt, ist dieses Herangehen zu unübersichtlich. Für das Eintragen der Informationen in die Datenbank ist deshalb eine administrative Anwendung möglich. Diese soll die Datenpflege erleichtern, wofür eine übersichtliche und leicht verständliche Oberfläche und einfache Texteingaben sorgen.

Weiterhin vorstellbar ist das Einführen verschiedener Sprachausgaben. Darunter ist zu verstehen, dass der Anwender die Möglichkeit bekommt, innerhalb der Applikation die Sprache der Texte zu ändern.

Anhang

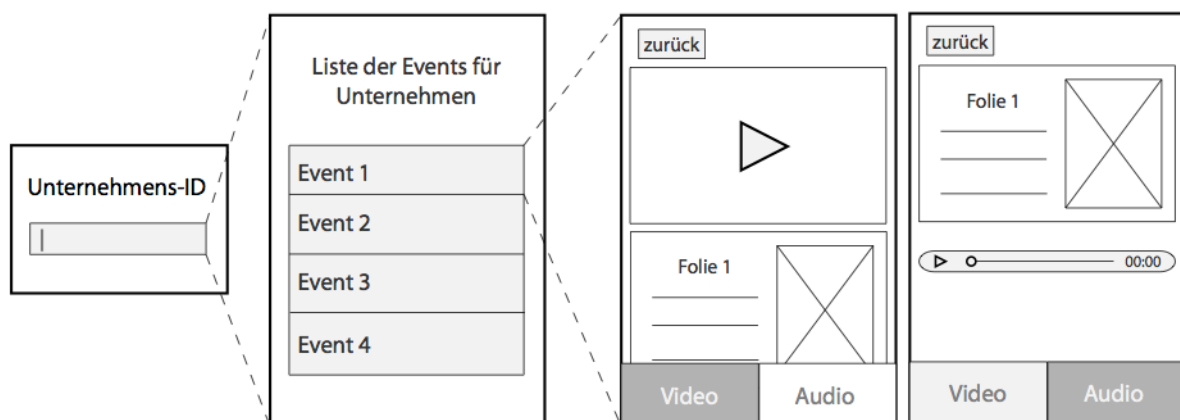
Anhang 1 – Entwürfe für den Workflow

Entwurf A:



Dieser Entwurf hat den Nachteil, dass die Informationsanzeige der Events zu klein gehalten und somit unübersichtlich ist. Ansonsten ähnelt er dem übernommenen Workflow (Entwurf C).

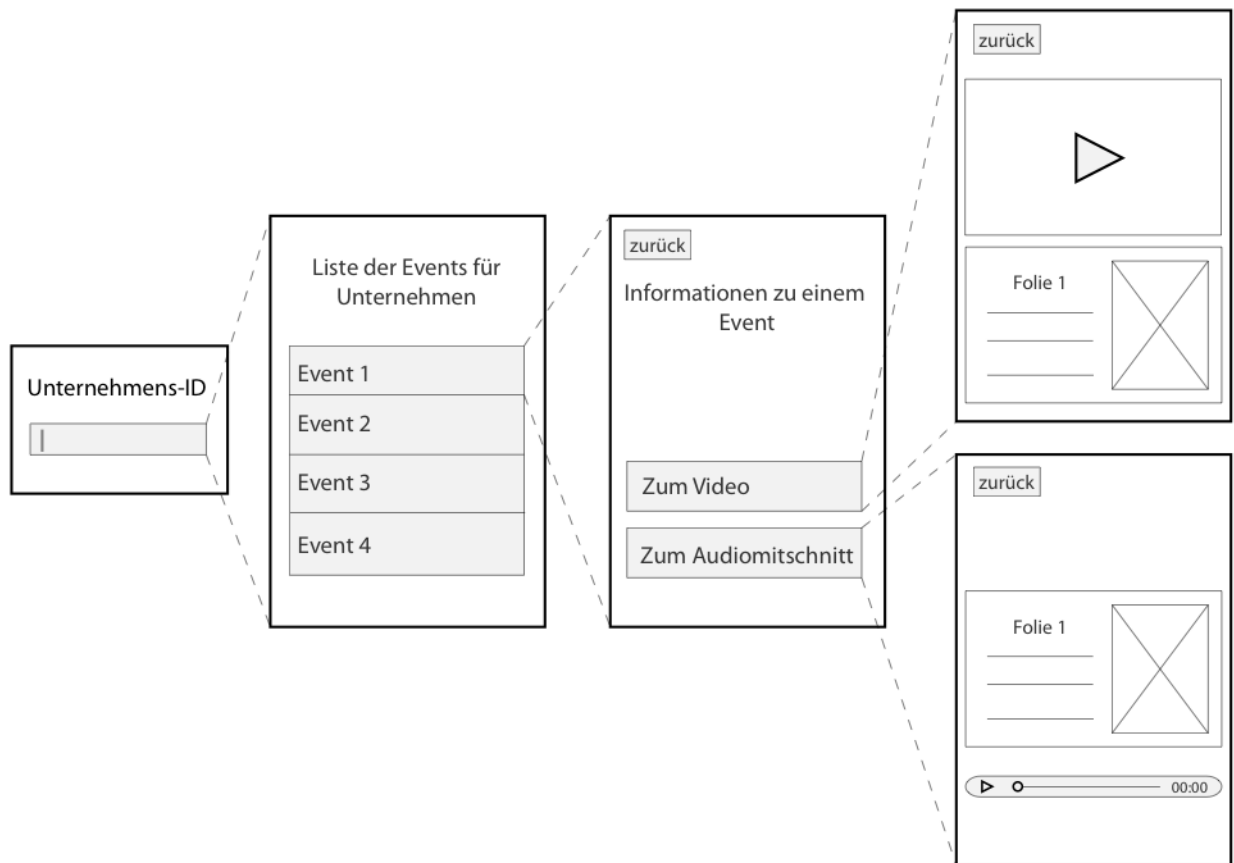
Entwurf B:



Bei dieser Version des Workflows nutzen Video- und Audiomitschnitt eine Anzeige, wobei

zwischen beiden über eine TabBar gewechselt werden kann. Da der Nutzer nicht von Anfang an die Möglichkeit besitzt über die Art der Wiedergabe des Events zu bestimmen, da die TabBar standardmäßig auf Video geschaltet ist, ist die Bedienung der Applikation unflexibel.

Entwurf C:



Dieser Entwurf wird für den Workflow der Applikation übernommen, da er den Vorteil besitzt, ausreichend Platz für die Eventinformationen zur Verfügung zu stellen und dem Anwender immer die Wahl der Medienwiedergabe überlässt.

Literaturverzeichnis

- ALB08: Alby, Tom: Das mobile Web. - 1. Aufl. - München: Carl Hanser Verlag, 2008
- AMA11: Amazon.com Inc.: Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). URL: <http://aws.amazon.com/de/ec2/>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 11.08.2011
- ANL11: Google Inc: Android Robot. URL: http://3.bp.blogspot.com/-FLgU0GColS0/TcNgj-PugSI/AAAAAAAAAVgY/JcJceHiSMoA/s1600/Android_robot.jpg, Datum des Auffindens/Letztes Update: 20.07.2011
- APF11: Android Developers: Application Fundamentals. URL: <http://developer.android.com/guide/topics/fundamentals.html>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 02.09.2011
- ASS11: Adobe Systems Incorporated: Supported smartphones. URL: http://www.adobe.com/flashplatform/certified_devices/smartphones.html, Datum des Auffindens/Letztes Update: 29.06.2011
- AST11: Adobe Systems Incorporated: Supported tablets. URL: http://www.adobe.com/flashplatform/certified_devices/tablets.html, Datum des Auffindens/Letztes Update: 14.07.2011
- ATS11: Apple Inc.: Transport Streaming. URL: http://developer.apple.com/library/ios/documentation/networkinginternet/conceptual/streamingmediaguide/art/trasnsport_stream.jpg, Datum des Auffindens/Letztes Update: 01.04.2011
- BAL09: Balzert, Prof. Dr. Helmut: Lehrbuch der Softwaretechnik: Basiskonzepte und Requirements Engineering. - 3. Aufl. - Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2009
- BAN11: Bansod, Aditya: Developing for iOS using Flash Professional. URL: http://www.adobe.com/devnet/logged_in/abansod_iphone.html, Datum des Auffindens/Letztes Update: 12.05.2011
- BEI10: Beißwenger, Achim: YouTube und seine Kinder: Wie Online-Video, Web TV und Social Media die Kommunikation von Marken, Medien und Menschen revolutionieren. - 1. Aufl. - München: Nomos, 2010
- BVA11: Adobe Systems Incorporated: Browser vs. application. URL: <http://www.adobe.com/products/air/comparison/>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 05.09.2011

- CAR10: Carsten: Verbiertet Apple nun Flash, Unity und MonoTouch für iPhone-Apps? .
URL: <<http://www.der-softwareentwickler-blog.de/2010/04/13/apple-lizenzbindungen-verbieten-flash-unity-und-monotouch-bei-iphone-apps/>>,
Datum des Auffindens/Letztes Update: 13.04.2010
- DIS11: dis/dpa/AFP/Reuters: Milliarden-Übernahme, Google kauft Mobilsparte von Motorola. URL:
<<http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/0,1518,780321,00.html>>,
Datum des Auffindens/Letztes Update: 15.08.2011
- EDG11: DAFU Datenfunk: EDGE - Enhanced Data for GSM Evolution. URL:
<<http://www.dafu.de/redir/redir-edge.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 27.08.2011
- FRI09: Frickel, Claudia: Tabelle: Die Apple-Generationen im Vergleich. URL:
<http://www.focus.de/digital/handy/iphone/tid-14526/iphone-3g-s-tabelle-die-apple-generationen-im-vergleich_aid_406647.html>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 09.06.2009
- GAR11: Pettey, Christy; Stevens, Holly: Gartner Says Android to Command Nearly Half of Worldwide Smartphone Operating System Market by Year-End 2012. URL:
<www.gartner.com/it/page.jsp?id=1622614>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 14.07.2011
- GLA10: Glahn, Kay: Programmierwerkzeuge für Windows Phone 7. URL:
<<http://www.heise.de/developer/artikel/Programmierwerkzeuge-fuer-Windows-Phone-7-1094929.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 27.09.2010
- GPR11: DAFU Datenfunk: GPRS - General Packet Radio Service. URL:
<<http://www.dafu.de/redir/gprs.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 27.08.2011
- GRO07: Grossman, Lev: Invention Of the Year: The iPhone. URL:
<http://www.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1677329_1678542_1677891,00.html>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 01.11.2007
- HER10: Herkner, Lutz: Windows Phone 7: Über sieben Krücken musst Du geh'n. URL:
<http://www.focus.de/digital/handy/handyvergleich/tid-20231/windows-phone-7-ueber-sieben-kruecken-musst-du-gehn_aid_564561.html>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 25.10.2010
- HUE11: Hülskötter, Michael: Hurra, wir wachsen noch!. In: mobile Developer - Neue Mediengesellschaft Ulm mbH - 2011/10
- IDG11: idg/has: Gibt's demnächst einen Kindle mit webOS?. URL:

- <<http://www.computerworld.ch/news/software/artikel/gibts-demnaechst-einen-kindle-mit-webos-57850/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 03.10.2011
- IOL11: -: iOS-Logo. URL: <http://3.bp.blogspot.com/-757hge78yRA/TW4M3OGy1JI/AAAAAAAAAVcY/9NJIxdUxbVo/s1600/ios_logo.jpg>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 20.07.2011
- IP311: Apple Inc.: iPhone 3GS Technische Daten. URL: <<http://www.apple.com/de/iphone/iphone-3gs/specs.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 20.07.2011
- IP410: Apple Inc.: Technische Daten des iPhone 4. URL: <<http://www.apple.com/de/iphone/specs.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 20.07.2011
- KRE11: Apple Inc.: Neues iPhone 4S - Enttäuscht ein bisschen, hört aber immerhin zu. URL: <<http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/0,1518,789946,00.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 05.10.2011
- KUN10: Kunde, Dirk: iPhone Generationen im Vergleich. URL: <<http://www.iphone-fan.de/iphone-generationen-im-vergleich/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 16.06.2010
- KUR11: Kurzer, Laura: Belegarbeit zum Praxissemester. - 2011. - Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät für Mathematik, Naturwissenschaften, Informatik
- KWE10: kwe: Offener Brief vom Apple-Chef - Jobs hält Flash-Grabrede. URL: <<http://www.n-tv.de/technik/Jobs-haelt-Flash-Grabrede-article849908.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 30.04.2010
- MAY01: Mayer, Jürgen: Streaming Media - new technology . Internet bewegter, bunter, lauter. - 1. Aufl. - München: Markt+Technik, 2001
- MDA10: bl: Knapp jeder Dritte erwägt den Kauf. In: Mobile Developer Android - Neue Mediengesellschaft Ulm mbH - 2010/4
- MDA11: ms: Ein Ozean voller blauer Apps. In: Mobile Developer Android - Neue Mediengesellschaft Ulm mbH - 2011/4
- MOB11: Mobile-Internet-Tarife: Mobilfunkstandards - von GSM bis LTE. URL: <<http://www.mobile-internet-tarife.de/mobilfunkstandards.htm>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 27.08.2011
- MOT05: CNET Networks Inc.: Motorola Rokr E1 (AT&T). URL: <http://reviews.cnet.com/cell-phones/motorola-rokr-e1-at/4505-6454_7-31515635.html>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 09.07.2005

- MOZ11: Mozilla: Funktionen von Firefox. URL:
<<http://www.mozilla.org/de/firefox/features/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 26.08.2011
- NC311: Schulz, Franziska: investor.png. URL:
<<http://nc3.de/uploads/pics/investor.png>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 30.03.2011
- NGU11: Nguyen, Choung: Adobe Flash 10.2 Mobile for Android Only Compatible with Honeycomb. URL: <<http://notebooks.com/2011/02/14/adobe-flash-10-2-only-compatible-with-android-3-0/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 14.02.2011
- OMM11: Opera Software ASA: Opera Mini und Opera Mobile. URL:
<<http://www.opera.com/mobile/specs/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 23.08.2011
- PIL11: Pilgrim, Mark: Video on the Web. URL: <<http://diveintohtml5.org/video.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 31.08.2011
- PRE10: Prengel, Frank: Software für Windows Mobile 6 entwickeln – wie fange ich an?. URL: <<http://www.techfiles.de/frankpr/Software%20f%C3%BCr%20Windows%20Mobile%20entwickeln.htm>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 03.02.2010
- SPG11: Nitobi: Story PhoneGap. URL: <<http://www.phonegap.com/about/story>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 05.09.2011
- SPI11: ssu/dpa-AFX/Reuters: Patentstreit um Android - Oracle verlangt Milliarden von Google. URL:
<<http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/0,1518,768906,00.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 17.06.2011
- SPM11: Spiering, Markus; Haiges, Sven: HTML5-Apps für iPhone und Android. - 2. Aufl. - Pöng: Franzis Verlag GmbH, 2011
- STA08: Staer, Matthias: Die Geschichte des iPhone. URL: <<http://www.iphone-tipper.de/iphone-geschichte/die-geschichte-des-iphone/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 06.10.2008
- STA09: Stäuble, Markus: Programmieren fürs iPhone. - 2. Aufl. - Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH, 2009
- STA11: derStandard.at: 100 Millionen User können nicht irren. URL:
<<http://derstandard.at/1308186255243/Erfolgsgeschichte-Android-100-Millionen-User-koennen-nicht-irren>>, Datum des Auffindens/Letztes Update:

17.06.2011

- TEL11: teltarif: GPRS-Erweiterung für beschleunigte Datenübertragung. URL: <<http://www.teltarif.de/mobilfunk/edge/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 26.07.2011
- TLF11: The Linux Foundation: MeeGo About. URL: <<https://meego.com/about>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 23.07.2011
- UMT11: DAFU Datenfunk: UMTS - Universal Mobile Telecommunications System. URL: <<http://www.dafu.de/redir/umts.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 27.08.2011
- VOI09: Voigt, Bastain: Film: Android SDK. URL: <<http://www.loroma.com/loroma/movie.faces?movie=17102#Android-SDK-1247787974428>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 26.08.2009
- WAL11: Adobe Systems Incorporated: Wallaby - Convert Adobe Flash FLA files into HTML and reach more devices. URL: <<http://labs.adobe.com/technologies/wallaby/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 04.08.2011
- WAV11: Wavelength media: Introduction - How to Create Streaming Video. URL: <<http://www.mediacollege.com/video/streaming/overview.html>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 26.07.2011
- WCI11: Deveria, Alexis: When can I use.... URL: <<http://caniuse.com/>>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 26.08.2011
- WEB00: Wegner, Ralf; Bachmeier, Claus: Streaming Media im Business-Bereich. - 1. Aufl. - München: Addison-Wesley Verlag, 2000
- WOW09: Wowza Media Systems: Wowza Media Server 2 - Overview. URL: <http://www.wowza.com/resources/WowzaMediaServer_Overview.pdf>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 11.08.2011
- WOW11: Wowza Media Systems: WowzaMediaServer_UsersGuide. URL: <http://www.wowzamedia.com/resources/WowzaMediaServer_UsersGuide.pdf>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 12.08.2011
- WPL11: Microsoft: Windows Phone Logo. URL: <http://3.bp.blogspot.com/_UZImdYAiry8/SwWHdY-CXtI/AAAAAAAAAT9s/OlowmZeI50w/s1600/Windows_Phone_logo.jpg>, Datum des Auffindens/Letztes Update: 20.07.2011

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, Laura Kurzer, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der angegebenen Literatur und Hilfsmittel erstellt habe.

Datum, Ort

Unterschrift